

C&S SIG

**GEOPROCESSAMENTO PARA ANÁLISES AGRÍCOLAS
UTILIZANDO A LINGUAGEM PYTHON**
Estudo de Caso no Perímetro de Irrigação Baixio do Irecê

Vinícius Cruvinel Rêgo

Trabalho de Projecto apresentado como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas
de Informação Geográfica

NOVA Information Management School
Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação
Universidade Nova de Lisboa

**GEOPROCESSAMENTO PARA ANÁLISES AGRÍCOLAS UTILIZANDO A
LINGUAGEM PYTHON**

Estudo de Caso no Perímetro de Irrigação Baixio do Irecê

Dissertação orientada por:

Professor Doutor Pedro Cabral

Setembro de 2017

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE

Declaro que o trabalho contido neste documento é da minha autoria e não de outra pessoa. Toda a assistência recebida de outras pessoas está devidamente assinalada e é efetuada referência a todas as fontes utilizadas (publicadas ou não).

O trabalho não foi anteriormente submetido ou avaliado na NOVA Information Management School ou em qualquer outra instituição.

Lisboa, 12 de Setembro de 2017

DECLARATION OF ORIGINALITY

I declare that the work described in this document is my own and not from someone else. All the assistance I have received from other people is duly acknowledged and all the sources (published or not published) are referenced.

This work has not been previously evaluated or submitted to NOVA Information Management School or elsewhere.

Lisbon, September 12, 2017

AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo que Ele me proporciona a cada dia.

À minha noiva Ana Caroline que me acompanhou e apoiou não apenas nos momentos deste trabalho mas em todos os outros da vida, agradeço por todo carinho, atenção e amor.

A minha família (Pai, Mãe e Irmã) que além de todo o apoio me ensinaram o primordial da vida que são os valores e princípios que tenho e preservo em mim.

Ao Professor Doutor Pedro Cabral, por toda paciência, atenção e aprendizado durante o mestrado.

A família da minha noiva, por todo o apoio dado a mim.

Aos amigos que souberam entender minha ausência e me apoiaram nas minhas escolhas.

Aos amigos de trabalho, que me deram total suporte e aconselhamento, inclusive no que diz respeito a parte técnica do trabalho.

A todos, meu muito obrigado!

GEOPROCESSAMENTO PARA ANÁLISES AGRÍCOLAS UTILIZANDO A LINGUAGEM PYTHON

Estudo de Caso no Perímetro de Irrigação Baixio do Irecê

RESUMO

A agricultura é firmada como um motor da economia brasileira, dessa forma necessitando constantemente de atualizações no que se refere as ferramentas de tomada de decisão. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) se firmam cada vez mais como um apoio primordial para análises na área, seja pelo alto potencial na representação de dados como na implementação de novas soluções. Esta tese visa aplicar a Linguagem de Programação Python, comumente utilizada entre desenvolvedores de SIG, para análise de variáveis agrícolas entre utilizadores comuns, que necessitam de uma sequência lógica para uma rápida representação espacial de dados. Além de um breve panorama do cenário atual e da importância da agricultura no contexto, mostrou-se ainda, através da criação de códigos e sequenciamento lógico das etapas, um processo de abrange a inserção de dados até sua saída como um mapa temático da variável escolhida. Estão dispostos ainda no decorrer desta tese, diversos mapas que mostram os *outputs* gerados através dos scripts em Python, que por fim foram organizados tendo como produto final um *Addin* denominado Agro. Para validação da ferramenta, foram utilizados dados do Perímetro de Irrigação do Baixio do Irecê, no estado da Bahia, Brasil, por ser uma nova área para exploração agrícola e de grande visibilidade para os governantes. É iniciado ainda uma reflexão da vasta gama de possibilidades que podem ser introduzidas através da implementação de novas ferramentas através do *Python* além de melhorias que podem ser implementadas nos códigos e processos aqui mostrados.

ABSTRACT

Agriculture is established as an engine of the Brazilian economy, thus constantly requiring updates on the decision-making tools. Geographic Information Systems (GIS) are increasingly established as a primary support for analysis in the field, both because of the high potential in data representation and in the implementation of new solutions. This thesis aims to apply the Python Programming Language, commonly used among GIS developers, to analyze agricultural variables among ordinary users, who need a logical sequence for a fast spatial representation of data. In addition to a brief overview of the current scenario and the importance of agriculture in the context, it was also shown through the creation of codes and logical sequencing of the steps, a process from the insertion of data to its exit as a thematic map of the variable chosen. In the course of this thesis, several maps show the outputs generated through the Python scripts, which were finally organized with an addin named Agro as the final product. To validate the tool, data from the Baixio do Irecê Irrigation Perimeter in the state of Bahia, Brazil, were used as a new area for agricultural exploration and of great visibility for the rulers. It is also initiated a reflection of the wide range of possibilities that can be introduced through the implementation of new tools through Python as well as improvements that can be implemented in the codes and processes shown here.

PALAVRAS- CHAVE

Tomada de Decisão

Python

Agricultura

Economia

Programação

KEYWORDS

Decision Making

Python

Agriculture

Economy

Programming

ACRÔNIMOS

ACH – Área Colhida por Hectare

ANA – Agência Nacional de Águas

APH – Área Plantada por Hectare

APP – Área de Proteção Permanente

BIRD - Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento

BOVESPA - Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo

CDRU - Concessão de Direito Real de Uso

CEPAGRO - Comissão Especial de Planejamento Controle e Avaliação das Estatísticas Agropecuárias

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vale do São Francisco e Parnaíba

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

GIS – Geoprocessing Information Systems

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC – Indicador de Colheita

IEA - Instituto de Economia Agrícola

IP – Indicador de Produtividade

LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento

PAM – Produção Agrícola Municipal

PIB – Produto Interno Bruto

QPT – Quantidade Produzida em Toneladas

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

UF – Unidade da Federação

USP – Universidade de São Paulo

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Produção, por período da safra e produto (toneladas) – Fevereiro/2017 (IBGE, 2017a)	4
Tabela 2 – Informações do município de Xique-Xique/BA (IBGE, 2017a)	17
Tabela 3 - Informações do município de Itaguaçu da Bahia/BA (IBGE, 2017a).....	17
Tabela 4 – Tabela de Produtos Agrícolas (Fonte: IBGE - https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618)	24
Tabela 5 – Padronização dos Campos (Elaboração Própria)	24
Tabela 6 – Tabela síntese do somatório da Área Plantada em Hectares (Milho, 1 Safra) (SUM_APH_PRODUTO) (Elaboração Própria).....	33
Tabela 7 – Elementos para composição de Custo (Fonte: CONAB).....	43
Tabela 8 – Tabela de Custo Total para Produção de Milho (1ª Safra) referente ao ano 2012 (Fonte: CONAB).....	44
Tabela 9 – Indicador do Milho para compra à vista por saca de 60kg obtido pela ESALQ/BM&FBOVESPA (Fonte: CEPEA)	46
Tabela 10 – Dados de Custo e Venda para o Oeste Bahiano (Fonte: Vilani, 2015)...	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do Município de Xique-Xique e Itaguaçu da Bahia (Fonte: Elaboração Própria, Dados: IBGE e EMBRAPA).....	15
Figura 2 – Estrutura de Obtenção dos Dados (Fonte: Elaboração Própria).....	20
Figura 3 – Fluxo da Revisão Prévia dos Dados (Elaboração Própria).....	22
Figura 4 – Ligação entre Feature Class e Tabela (Elaboração Própria).....	25
Figura 5 – Processo do Script ValidaCampo (Fonte: Elaboração Própria)	26
Figura 6 – Processo de Junção do Banco de Dados (Fonte: Elaboração Própria)	26
Figura 7 – Mapa de Percentual de Área Plantada (Milho, 1ª Safra) por Hectare em Nível Brasil (Fonte: Elaboração Própria).....	31
Figura 8 – Mapa da Média Histórica Municipal (Milho, 1ª Safra) Plantada em Hectares (2003-2015) (Fonte: Elaboração Própria)	32

Figura 9 – Mapa com a Área Gerada, Resultante da Seleção de Estados (DF, GO e TO, para Milho 1ª Safra) (Fonte: Elaboração Própria)	34
Figura 10 – Consulta de Área Plantada em Hectares, por Município – Padrão (Valores pré-estabelecidos, Milho 1ª Safra, Ano: 2006) em Nível Brasil (Fonte: Elaboração Própria)	35
Figura 11 - Consulta de Área Plantada em Hectares, por Município – Personalizada (Valores estabelecidos pelo usuário, Milho 1ª Safra, Ano: 2012) com Seleção de Estados (Fonte: Elaboração Própria)	36
Figura 12 –Mapa de Quantidade Produzida – Ano: 2010 (toneladas) (Milho 1ª Safra) (Fonte: Elaboração Própria).....	38
Figura 13 - Mapa de Quantidade Produzida por Hectare (Área Plantada) – Ano: 2013 (toneladas/hectare) (Milho 1ª Safra) (Fonte: Elaboração Própria)	39
Figura 14 – Mapa referente ao Índice de Colheira (IC - %), para o Milho 1 Safra, Ano 2005. (Fonte: Elaboração Própria)	41
Figura 15 - Mapa referente ao Índice de Colheira (IP – sc/ha), para o Milho 1 Safra, Ano 2005. (Fonte: Elaboração Própria)	42
Figura 16 - Mapa referente ao Custo Total (CT – R\$), para o Milho 1 Safra, Ano 2012. (Fonte: Elaboração Própria).....	45
Figura 17 – Evolução do Preço do Milho (Fonte: CEPEA)	46
Figura 18 - Mapa referente a Rentabilidade Bruta (RB – R\$), para o Milho 1 Safra, Ano 2012. (Fonte: Elaboração Própria).....	47
Figura 19 – Localização e Limites do Perímetro de Irrigação Baixio do Irecê (Dados: CODEVASF, Elaboração Própria)	49
Figura 20 – Lotes integrantes do Perímetro de Irrigação (Dados: CODEVASF, Elaboração Própria)	50
Figura 21 – Área Plantada por Hectare do Projeto Baixio do Irecê, Milho 1 Safra (2016) (Fonte: Elaboração Própria).....	51
Figura 22 – Custo Total por Lote (IP = 130 sacas/ha), Milho 1 Safra (Fonte: Elaboração Própria)	53

Figura 23 – Quantidade de Sacas Produzidas (QPS), Milho, 1ª Safra (Fonte: Elaboração Própria)	54
Figura 24 – Rentabilidade Bruta por Lote, Milho 1ª Safra. (Fonte: Elaboração Própria)	54

3.1	ANÁLISE DE DADOS: OBTENÇÃO E CONFERÊNCIA	22
3.1.1	VERIFICAÇÃO DAS CHAVES	25
3.1.2	JUNÇÃO (<i>JOIN</i>) DOS DADOS.....	26
4	APLICAÇÃO DO PYTHON PARA AUTOMATIZAÇÕES: FERRAMENTA AGRO	28
4.1.1	OPERAÇÕES PARA ÁREA PLANTADA.....	29
4.1.2	OPERAÇÕES PARA ÁREA COLHIDA.....	37
4.1.3	OPERAÇÕES PARA QUANTIDADE PRODUZIDA	37
4.1.4	OPERAÇÕES DE ANÁLISE	40
5	ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO NO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO BAIXIO DO IRECÊ	49
6	CONCLUSÃO	56
6.1	PRINCIPAIS RESULTADOS	56
6.2	LIMITAÇÕES	57
6.3	SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES	57
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

ANEXOS

ANEXO I – EXEMPLO DE TABELAS DE DADOS EXTERNOS ORIGINAL	64
ANEXO II – EXEMPLO DE TABELAS DE DADOS EXTERNOS MODIFICADA	65
ANEXO III – CONFERECHAVE.PY	66
ANEXO IV – CONECTARTABELAS.PY	68
ANEXO V – PERCAPH.PY	69
ANEXO VI – MEDIAMUNICIPALAPH.PY	70
ANEXO VII – SOMAESTADOSAPH.PY	71
ANEXO VIII – CLASSAREAPLANTADAPADRAO.PY	72
ANEXO IX – CLASSAREAPLANTADAPERSONALIZADA.PY	73
ANEXO X – PERCACH.PY	74
ANEXO XI – MEDIAMUNICIPALACH.PY	75

ANEXO XII – SOMAESTADOSACH.PY	76
ANEXO XIII – CLASSAREACOLHIDAPADRAO.PY.....	77
ANEXO XIV – CLASSAREACOLHIDAPERSONALIZADA.PY	78
ANEXO XV – QUANTPRODT.PY	79
ANEXO XVI – QPAPH.PY	80
ANEXO XVII – QPACH.PY	81
ANEXO XVIII – IC.PY.....	82
ANEXO XIX – IP.PY.....	83
ANEXO XX – CT.PY.....	84
ANEXO XXI – RB.PY.....	85
ANEXO XXII – APHNOVA.PY	86
ANEXO XXIII – PRODUCAO.PY	87

1 CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

O Brasil, devido a sua grande extensão territorial, com superfície aproximada de 8.515.767,049 km² (Governo Federal, 2016), possui um alto potencial para produtividade agropecuária, principalmente quando tratamos do cultivo de grãos¹. A agricultura e atividades rurais não-agrícolas contribuem, respectivamente, para reduzir e aumentar as desigualdades de renda rural no Brasil (Ney & Hoffman, 2008). Em vista disso, é evidente o peso desse tipo de atividade dentro do cenário social, político e econômico do país.

A agricultura é vista como um setor de produção primária que tem um grande impacto na economia brasileira, seja em cultivo de grãos ou plantações específicas, estes que são utilizados para consumo no mercado interno ou até mesmo para exportações. Observou-se que um cenário de aumento de 10% na produtividade do setor pode aumentar em até R\$ 11 bilhões o PIB e gerar mais de 450 mil empregos diretos ou indiretos (Costa & Guilhoto, 2011). Além do fator econômico, existe também o peso social envolvido. Comumente é citado a agricultura familiar como um subárea de importância no meio, tendo em vista que a produtividade dessa modalidade impacta os agregados gerais do setor. Esta categoria utiliza métodos tradicionais e manuais e vem sofrendo constantemente devido as modernizações inseridas no meio (Schneider & Niederle, 2008).

Dando continuidade, analisa-se o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro, estimado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), da Esalq/USP, com o apoio financeiro da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Este índice apresentou ligeiro crescimento de 0,05% em novembro, acumulando alta de 4,39% de janeiro a novembro de 2016. O ramo agrícola cresceu 0,18% no mês, com alta de 5,60% no acumulado do ano, enquanto

¹ Nesta dissertação, será dada ênfase ao milho

o pecuário apresentou queda de 0,25% em novembro, mas ainda acumulando crescimento de 1,82% em 2016 (CNA & CEPEA, 2016).

Especificamente para grãos, a safra 2016/17 está estimada em 222,91 milhões de toneladas (CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento, 2017). O crescimento foi de 19,5% em relação à safra 2015/16, o que equivale a 36,3 milhões de toneladas. Baseando no mesmo período de 2016/17, a área plantada está estimada em 60 milhões de hectares. O crescimento previsto é de 2,8% se comparada com a safra 2015/16 (CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento, 2017).

Com os dados disponibilizados pelo Cepea, Esalq/USP, CNA e CONAB para os períodos de 2015/16 e 2016/17, é visto o crescimento tanto em termos econômicos (PIB), quanto em aumento de área e produtividade (hectares plantados e toneladas colhidos, respectivamente).

Pode-se ainda ressaltar que mesmo com um cenário político e econômico instável, que culminou em 2016 com o impeachment da ex-Presidente, e que se estende até os dias atuais, a agricultura continua obtendo saldos positivos na sua cadeia comercial e produtiva. Diversos fatores podem ser levantados nessa questão, tal como a necessidade de consumo da população ou até mesmo a posição de importância do Brasil no mercado de exportações (Alves & Contini, 2005).

Para verificação dessas estatísticas podemos utilizar como base o levantamento realizado pelo IBGE denominado Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) que acompanha mensalmente as safras dos principais produtos agrícolas, por meio de comissões municipais, regionais e da Comissão Especial de Planejamento Controle e Avaliação das Estatísticas Agropecuárias (CEPAGRO), integrada pelo IBGE e o Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA) (IBGE, 2015).

Os levantamentos para cereais (arroz, milho, aveia, centeio, cevada, sorgo, trigo e triticale), leguminosas (amendoim e feijão) e oleaginosas (caroço de algodão, mamona, soja e girassol) foram realizados em colaboração com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), do MAPA, num processo de harmonização das

estimativas iniciado em 2007 (IBGE, 2015). Esta união das instituições uniformizam as informações e nos trazem dados cada vez mais sólidos.

A **Tabela 1** (IBGE, 2017a) mostra a produção dos meses de fevereiro de 2016 em comparação com fevereiro de 2017, para os principais produtos cultivados no Brasil. Nota-se o aumento de 6% relatório a análise do período para os anos citados (CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento, 2017).

LSPA - Produção, por período da safra e produto (toneladas)			
Brasil - fevereiro 2017			
Produto	Período		Variação (%)
	2016	2017	
1 Cereais, leguminosas e oleaginosas	184.038.285,00	224.229.018,00	21,8
1.1 Algodão herbáceo	3.373.585,00	3.650.823,00	8,2
1.2 Amendoim (1ª Safra)	422.934,00	413.246,00	-2,3
1.3 Amendoim (2ª Safra)	19.791,00	26.855,00	35,7
1.4 Arroz	10.583.585,00	11.759.096,00	11,1
1.5 Aveia	865.628,00	688.142,00	-20,5
1.6 Centeio	6.409,00	5.933,00	-7,4
1.7 Cevada	366.110,00	325.727,00	-11
1.8 Feijão (1ª Safra)	1.128.932,00	1.581.867,00	40,1
1.9 Feijão (2ª Safra)	969.718,00	1.335.864,00	37,8
1.10 Feijão (3ª Safra)	473.015,00	469.421,00	-0,8
1.11 Girassol	77.880,00	81.463,00	4,6
1.12 Mamona	22.096,00	18.025,00	-18,4
1.13 Milho (1ª Safra)	24.319.708,00	29.838.994,00	22,7
1.14 Milho (2ª Safra)	39.030.779,00	58.619.929,00	50,2
1.15 Soja	95.753.265,00	108.404.791,00	13,2
1.16 Sorgo	1.168.904,00	1.898.486,00	62,4
1.17 Trigo	6.719.519,00	6.475.841,00	-3,6
1.18 Triticale	52.125,00	58.336,00	11,9
2 Abacaxi (mil frutos)	1.756.359,00	1.596.516,00	-9,1
3 Alho	130.407,00	118.656,00	-9
4 Banana	6.962.134,00	6.760.490,00	-2,9
5 Batata - inglesa (1ª Safra)	1.848.086,00	1.938.822,00	4,9
6 Batata - inglesa (2ª Safra)	1.143.683,00	1.185.414,00	3,6
7 Batata - inglesa (3ª Safra)	943.669,00	791.389,00	-16,1
8 Cacau	214.741,00	275.794,00	28,4
9 Café arábica	2.586.188,00	2.154.395,00	-16,7
10 Café canephora	468.486,00	540.189,00	15,3

LSPA - Produção, por período da safra e produto (toneladas)			
Brasil - fevereiro 2017			
Produto	Período		Variação (%)
	2016	2017	
11 Cana-de-açúcar	728.529.485,00	721.571.892,00	-1
12 Castanha-de-caju	79.765,00	117.843,00	47,7
13 Cebola	1.563.986,00	1.566.896,00	0,2
14 Coco-da-baía (mil frutos)	1.754.425,00	1.730.825,00	-1,3
15 Fumo	675.080,00	848.991,00	25,8
16 Guaraná	3.686,00	3.280,00	-11
18 Laranja	15.983.273,00	14.796.218,00	-7,4
19 Maçã	1.064.708,00	1.203.146,00	13
20 Malva	13.545,00	4.309,00	-68,2
21 Mandioca	23.705.613,00	20.746.710,00	-12,5
22 Pimenta-do-reino	54.031,00	70.143,00	29,8
23 Sisal ou agave	132.920,00	113.081,00	-14,9
24 Tomate	3.737.925,00	4.003.503,00	7,1
25 Uva	987.059,00	1.230.346,00	24,6
Total	1.163.731.522,00	1.233.250.705,00	6%
1 - Para as Unidades da Federação que, por força do calendário agrícola, ainda não dispõem das estimativas iniciais, os dados correspondem a uma projeção obtida a partir das informações de anos anteriores;			
2 - A tabela compara, a cada mês, o valor da estimativa da safra no ano, com o valor mais fidedigno conhecido da safra do ano anterior.			

Tabela 1 – Produção, por período da safra e produto (toneladas) – Fevereiro/2017 (IBGE, 2017a)

Além da grande quantidade de produtos que podem ser cultivados, conforme mostrado na **Tabela 1**, ressalta-se que cada tipo de cultura possui sua peculiaridade para cultivo, além de que algumas se adequam melhor a determinadas regiões. Para tal, devem ser levados em consideração as variáveis que podem ser utilizadas para um correto monitoramento e modelagem dos tipos de cultivo, além também outros fatores como o controle de pragas, tendo em vista que os defensivos agrícolas são um importante insumo para a agricultura (Silva & Costa, 2012).

Relativo as peculiaridades de cada produção é citado o seguinte trecho tirado do Relatório de Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos (CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento, 2017), que exemplifica o grau de detalhe e peculiaridade que um tipo de plantação pode ter. Segundo o seguinte trecho do relatório, podemos

citar “O milho cultivado na primeira safra sempre concorre com o cultivo da soja, o que tem resultado em quedas recorrentes de área cultivada. No entanto, nesta safra observa-se a expansão das áreas para garantir o abastecimento estadual das cadeias produtivas que possuem o milho como matéria-prima e atender a renegociação das dívidas da última safra. No Matopiba há expectativa de aumento da área plantada na Bahia por apresentar um perfil edafoclimático favorável e consequente viabilidade do manejo tecnificado, visando o abastecimento da Região Nordeste. Piauí, Maranhão e Tocantins devem perder área para a soja, uma vez que na safra passada as condições não foram adequadas para o cultivo da oleaginosa. O Ceará apresenta expectativa de aumento devido à perspectiva de um ciclo favorável de precipitação.” (CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento, 2017).

Vê-se então, mesmo que de forma breve e sucinta, como um tipo de cultura está relacionada com outra, além também de áreas mais propícias. O mesmo pode ser feito para diversos outros tipos de plantações porém, esse pequeno trecho relativo a cultura do milho, nos leva a visualizar alguns pontos a serem abordados quando tratamos sobre agricultura, dentre eles²:

- i. Estimativas de Área Plantada, Produção e Custos, para obtenção de séries históricas e análises anuais.
- ii. Estudos para obtenção de Crédito Rural
- iii. Prognóstico climático e a relação entre mudanças climáticas e agricultura.
- iv. Monitoramento Agrícola - Controle de áreas cultivadas. Rotações, produtividade e custos.
- v. Análise das Culturas - E as relações envolvidas entre elas
- vi. Logística
- vii. Oferta e Demanda
- viii. Estudo de Épocas para Plantio (Calendário)
- ix. Riscos Agrícolas
- x. Mercado de Exportações

Com esta lista pode-se ter uma ideia, mesmo que de forma inicial, das diversas variáveis que podem ser estudadas dentro deste tema. Na tese serão desenvolvidas ferramentas e soluções que são contempladas pelo item (i) Estimativas de Área

² Tópicos principais listados com base em metodologias realizadas pela CONAB e IBGE.

Plantada, Produção e Custos, para obtenção de séries históricas e análises anuais. A análise dessas variáveis trás ao usuário uma análise rápida de dados estatísticos e hsitóricos.

1.2 OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E SUA APLICAÇÃO NA AGRICULTURA

A utilização de SIG na agricultura tornou-se essencial nos últimos anos, pois a utilização desses sistemas ajuda na compreensão da variabilidade espacial, temporal e também em diversas outras variáveis e aspectos que permeiam o mundo da agricultura (Adrian, 2005), além disto, temos questão do desenvolvimento agrícola sustentável, que visa utilizar as terras de uma forma que seus recursos naturais sejam utilizadas de forma equilibrada (Pareta, 2013).

Além dos fatores políticos, abordagens participativas da sociedade, devem ser associadas as novas técnicas tecnológicas, para que sejam adequadas as formas de utilização de terras, otimização do tempo, produtividade, entre outros fatores (Skidmore, Bijker, Schmidt, & Kumar, 1997).

De fato, após o boom tecnológico dos últimos 30 anos, é notório a importância de usarmos o alto potencial tecnológico que é conhecido na atualidade. Dessa forma os SIG (Sistemas de Informação Geográfica) entram neste cenário como uma ferramenta poderosa de análise técnica, visual e também para tomada de decisões dentro do setor agrícola (Zhu, Zhang, & Sun, 2009).

Aspectos de múltiplos critérios podem ser analisados com ferramentas SIG, identificando as melhores oportunidades de usos de terra, em termos produtivos e econômicos, além também dos impactos sociais gerados. Isso se deve a possibilidade de inclusão múltipla de variáveis na análise espacial (Mendas & Delali, 2012). Dessa forma, os SIG se tornam uma ferramenta poderosa de análise espacial e de suporte a decisão (Balram, Dragicevic, & Feick, 2009; Nath, Bolte, Ross, & Aguilar-Manjarrez, 2000; Ramsey, 2009)

É notório que os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), por sua vez, tem forte tendência a se tornarem uma ferramenta no que diz respeito a tomada de decisão (Painho, 2015). Isso se torna cada vez mais evidente em virtude da vasta gama de análises e representações que os SIG oferecem ao usuário.

Observa-se que a tomada de decisão é um fator primordial no setor agrícola, que envolvem diversas variáveis tal como escolha da melhor área, formas de irrigação, produto a ser plantado, formas de colheita, venda direta ao público ou grandes mercados, relação com clima e variações do mercado interno e externo (Rahemtulla, 2011).

Além dos fatores ambientais e uso de terra, indicadores econômicos também podem ser extraídos e analisados com o uso de ferramentas provenientes do SIG (An, Xie, Leng, & Xiao, 2003; Reytar, Hanson, & Henninger, 2014).

A agricultura tem um papel primordial dentro da sociedade, pois fornece os insumos básicos para consumo humano, além de movimentar a economia e ser uma variável dentro do desenvolvimento social. É também uma forma de vida de milhares de pessoas no país que buscam nesse meio o sustento para suas famílias (Ribeiro & Jesus, 2000).

Existe ainda uma tendência de crescimento da agricultura (em % geral) nos próximos anos (IBGE, 2015) e este aumento necessita de um acompanhamento e análise mais precisa, para que novos investimentos possam ser feitos nos momentos e áreas adequadas.

Relativo aos parágrafos acima, é visto que os softwares SIG podem ser utilizados para estimativas de custos, produção por área plantada, realizar o monitoramento das safras, produzir calendário de melhores épocas (baseando-se em oferta/demanda) e associar esses aspectos as variações climáticas e como estas afetam os processos agrícolas.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal desta tese é estabelecer a aplicabilidade dos SIG para a tomada de decisão na agricultura através da utilização da programação em Python. Para que o objetivo seja atingido, serão modelados indicadores de produtividade e custos através da relação entre dados de área plantada, colhida e quantidade produzida, além também de dados econômicos (valores de custo e venda).

Como objetivos secundários, mas que entrarão em paralelo ao objetivo principal será também realizado:

- i. Padronização através de rotinas em Python e associação de tabelas de dados e informações agrícolas para base de dados georreferenciadas, criando-se assim um *geodatabase* sólida para análise;
- ii. Análise das relações espaciais dos indicadores produzidos, através da criação de mapas temáticos;
- iii. Aplicação dos indicadores gerados em nível municipal para análise em níveis menores. Para validação será utilizado o Perímetro de Irrigação Baixo do Irecê, localizado na Bahia, Brasil.

1.4 HIPÓTESES

Parte-se do pressuposto que nesta dissertação serão utilizadas as seguintes hipóteses:

- i. A agropecuária depende de dois fatores de produção e insubstituíveis, independentemente da tecnologia disponível, sem os quais não seria possível a realização da produção, são eles: água e terra (Buainain & Garcia, 2015). Partindo-se dessa citação, temos que o Perímetro de Irrigação do Baixo do Irecê tem as características básicas para a inserção de atividades agropecuárias, logo, poderá ser usado para teste das rotinas criadas.

- ii. A linguagem de programação Python oferece uma capacidade única no campo de aplicações de SIG, porque ajuda os desenvolvedores a criar mapas de Internet multifuncionais, e noutros suportes, tais como PDF (Xuan, 2007). Os scripts Python permitem que os pesquisadores usem softwares mais atuais, proporcionem a opção de maior desenvolvimento pela comunidade de usuários e reduzam a quantidade de tempo que seria gasto desenvolvendo soluções comuns (Etherington, 2011). Para se otimizar produtos que tem que ser gerados apenas com mudanças de certos valores e variáveis é de suma importância o uso do Python para criação de novas rotinas que permitam a otimização do trabalho técnico e tempo.

1.5 METODOLOGIA GERAL

Esta seção visa estabelecer os pontos da metodologia que serão utilizadas durante o trabalho de projeto. Os itens dispostos a seguir descrevem as etapas.

1.5.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para que o trabalho possua em seu conteúdo os fundamentos teóricos básicos para uma maior compreensão e explanação do tema, será realizada um levantamento de referências bibliográficas básicas a serem utilizadas. Para tal, será utilizado o material disponível em meio digital e físico e também softwares específicos que ajudam nesse processo. Serão privilegiadas as fontes baseadas em jornais acadêmicos, livros e relatórios publicados por agências credíveis. A gestão das referências bibliográficas será feita com recurso ao software *Mendeley*.

1.5.2 CONHECIMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

Realizar-se-á o reconhecimento da região de estudo abordando aspectos históricos, econômicos e espaciais. Será contemplado o mapeamento utilizando o software *ArcGIS*. Este item que abordará os diversos aspectos físicos da região que serão então apresentados de forma georreferenciadas e que visa aplicar os conhecimentos adquiridos durante a realização das disciplinas do mestrado.

1.5.3 CRIAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS DE CUSTOS E PRODUTIVIDADE

Essa etapa contemplará a criação de modelos matemáticos a partir de softwares de apoio (*Microsoft Excel, Matlab* e derivados). O modelo matemático para custos e produtividade deste projeto serão criados pelo autor, conforme dados fornecidos por órgãos e instituições de pesquisa, tais como CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), IEA (Instituto de Economia Agrícola), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas). Com base nos *inputs*, os dados serão trabalhados e inseridos através de georreferenciamento na área de estudo para aplicação e análise e automatizados através de rotinas em Python.

1.5.4 MODELAGEM PARA GERAÇÃO INDICADORES DE PRODUTIVIDADE E CUSTOS AGRÍCOLAS PARA TOMADA DE DECISÕES.

A modelagem dos dados se dará através da utilização da linguagem *Python*. O ArcGIS possui o pacote adicional *arcpy* que dispõe de ferramentas poderosas para análise, conversão de dados, gerenciamento e automatizações (ESRI, [s.d.]). O código será escrito através da ferramenta *IDLE*.

Não obstante serão utilizadas as ferramentas estatísticas e matemáticas presentes no ArcGIS para obtenção de indicadores de produtividade, relativos aos dados previamente associados ao modelo. Estes indicadores serão associados as bases de dados para posterior análise na tomada de decisões.

2 CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão apresentadas a área de estudo e a análise que antecede o processo de modelagem que será descrito no capítulo 3. Inicialmente serão apresentados os conceitos básicos, a definição da área de estudo e dos perímetros de irrigação e, finalmente, a descrição dos dados obtidos através de instituições oficiais. Seguidamente, será feita a explanação da metodologia utilizada na criação dos modelos e no cálculo da correlação destes com variáveis climáticas.

2.2 ÁREA DE ESTUDO

Visando a aplicabilidade dessa ciência no âmbito agrícola, e visto a grande extensão territorial do Brasil, optou-se por centralizar os estudos nos perímetros de irrigação presentes no país, tendo em vista o grande aumento dessa modalidade em diversos estados.

Os perímetros de irrigação são áreas extensas que permitem o desenvolvimento e o plantio de várias culturas, como uva, manga, acerola e outras (Sekeff, 2005). Neste caso as tecnologias de sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas podem auxiliar nos processos de avaliação ambiental, permitindo a espacialização e análise conjunta dos fatores ambientais que podem ser utilizados também em perímetros de irrigação (Bilich, 2007).

O alto grau de benefícios trazidos pela inserção de novas áreas para cultivos em perímetros de irrigação, gera um cenário para novos incentivos econômicos a terras até então sem uso para tal finalidade. A Companhia de Desenvolvimento dos Vale do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF) é uma empresa pública vinculada ao Ministério da Integração Nacional que promove o desenvolvimento e a revitalização das bacias dos rios São Francisco, Parnaíba, Itapecuru e Mearim com a utilização sustentável dos recursos naturais e estruturação de atividades produtivas para a inclusão econômica e social (CODEVASF, 2014).

“Os projetos públicos de irrigação traduzem a história da Codevasf. A partir da segunda metade da década de 60, a concentração de investimentos federais no vale do rio São Francisco, para criação de infraestrutura de irrigação e geração de energia elétrica, provocou novos investimentos voltados para o fortalecimento da infraestrutura socioeconômica.

Contribuiu para isso o desenvolvimento que a região passou a apresentar com os impactos da agricultura irrigada na produção de alimentos, na criação de empregos e no aumento da renda regional. Nas décadas de 80 e 90, houve maior liderança do setor privado, através da organização dos empresários, motivado pela necessidade de competição nos mercados nacionais e internacionais, que passaram a pressionar o Governo pela ampliação da infraestrutura.”

A irrigação vem sendo disseminada por projetos desenvolvidos pela CODEVASF nos últimos anos. Denomina-se irrigação o conjunto de técnicas destinadas a deslocar a água no tempo, ou no espaço, para modificar as possibilidades agrícolas de cada região. A irrigação visa corrigir a distribuição natural das chuvas. Constituindo uma técnica que proporciona alcançar a máxima produção, em complementação às demais práticas agrícolas, a irrigação tem sido alvo de considerável interesse, principalmente nas regiões Nordeste e Centro-Sul do Brasil (Lima, Ferreira, & Christofidis, 1999).

Com o objetivo de aumentar a produção e a produtividade agrícolas mediante a introdução da irrigação é de suma importância a utilização de ferramentas que possam ajudar na tomada de decisão por parte do governo, que cederá os direitos da terra a agentes privados, e também por aqueles que irão adquirir o direito de uso da terra. A geração de material adequado para análise que contemple tanto o uso de terra quanto a produtividade local é um ponto crítico para o correto uso e retorno adequado aos investidores. Fatores censitários, como o aumento das oportunidades de emprego no Estado da Bahia e a promoção do desenvolvimento regional, também são tópicos a serem empregados quando discutida a temática.

Como modelo de estudo, será utilizado o perímetro de irrigação Baixio do Irecê, que faz parte do polo de desenvolvimento Irecê (este polo também contempla o perímetro Mirorós), este polo está localizado no Estado da Bahia, região nordeste da Bahia.

O projeto está mais precisamente localizado a Noroeste dentro do Estado, na margem direita do rio São Francisco, região central da Bahia, a 500 quilômetros da Capital do Estado, Salvador (**Figura 1**). Nas suas imediações se encontra o Canal do Rio São Francisco e os Municípios de Xique-Xique e Itaguaçu da Bahia (CODEVASF, 2014).

O acesso à área do projeto ocorre principalmente pela rodovia BA-052, que liga Xique-Xique a Feira de Santana, interligando-se à malha viária nacional pela BR-116. A ligação existente entre o local de início do projeto (tomada de água no rio São Francisco) e a cidade de Xique-Xique é realizada pela estrada vicinal, não pavimentada, numa distância de cerca de 40 quilômetros (Vilani, 2015).

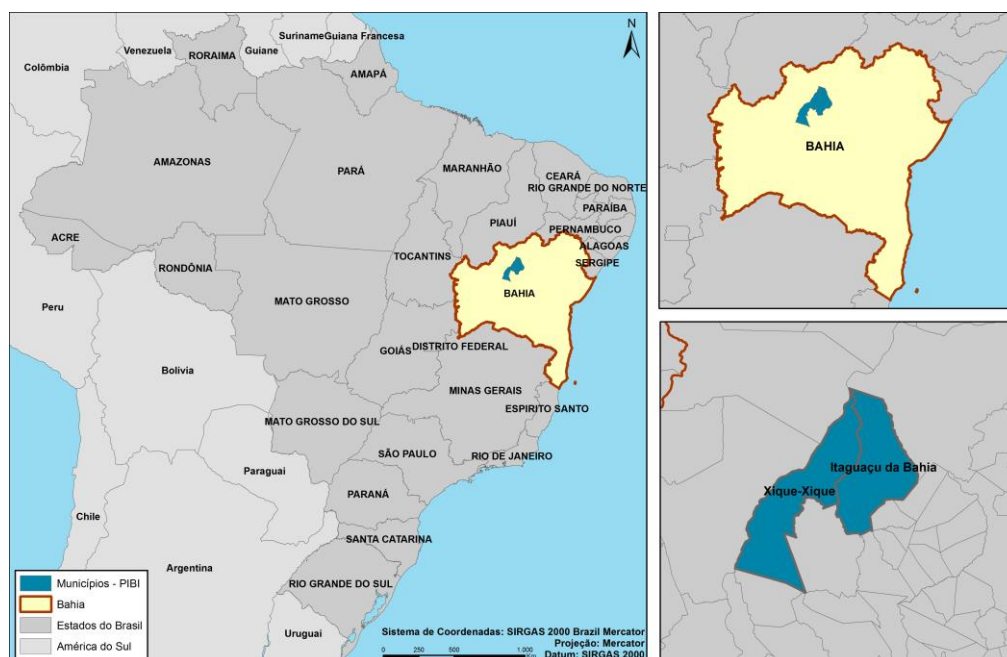


Figura 1 – Localização do Município de Xique-Xique e Itaguaçu da Bahia (Fonte: Elaboração Própria, Dados: IBGE e EMBRAPA)

O polo de desenvolvimento de Irecê abrange os perímetros Mirorós, com 2.099 ha em operação, e Baixio de Irecê, com uma área total de 58.659 ha, sendo que 53.936

ha se encontram em fase de elaboração dos projetos executivo e básico e 4.723 ha em fase de implantação. Além do rio São Francisco outro de grande importância é o rio Verde.

Uma das justificativas de implantação desse projeto, que teve em sua fase implantação investimentos externos (BIRD – Banco Mundial) é aumentar a produção e a produtividade agrícolas mediante a introdução da irrigação; Aumentar as oportunidades de emprego no Estado da Bahia ; Promover o desenvolvimento regional (CODEVASF, 2014).

A população estimada beneficiada é de 249.375 pessoas, sendo 59.375 empregos diretos e 118.750 empregos indiretos (CODEVASF, 2014). A **Tabela 2** e a **Tabela 3** mostram, a título de exemplo, os dados do município de Xique-Xique obtidos através do último Censo realizado em 2010 com dados complementares levantados até o ano de 2015 (IBGE, 2017a).

Síntese das Informações		Unidades
Área da unidade territorial - 2015	5.200,81	km ²
Estabelecimentos de Saúde SUS	13	estabelecimentos
Matrícula - Ensino fundamental - 2015	9.214	matrículas
Matrícula - Ensino médio - 2015	2.235	matrículas
Número de unidades locais	408	unidades
Pessoal ocupado total	3.573	peessoas
PIB per capita a preços correntes - 2014	6.770,86	reais
População residente	45.536	peessoas
População residente - Homens	22.509	peessoas
População residente - Mulheres	23.027	peessoas
População residente alfabetizada	31.463	peessoas
População residente que frequentava creche ou escola	17.735	peessoas
População residente, religião católica apostólica romana	35.532	peessoas
População residente, religião espírita	214	peessoas
População residente, religião evangélicas	4.350	peessoas
Valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes com rendimento domiciliar, por situação do domicílio - Rural	592,42	reais

Síntese das Informações		Unidades
Valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes com rendimento domiciliar, por situação do domicílio - Urbana	1.239,78	reais
Valor do rendimento nominal mediano mensal per capita dos domicílios particulares permanentes - Rural	94	reais
Valor do rendimento nominal mediano mensal per capita dos domicílios particulares permanentes - Urbana	235	reais
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 2010 (IDHM 2010)	0,585	

Tabela 2 – Informações do município de Xique-Xique/BA (IBGE, 2017a)

Síntese das Informações		Unidades
Área da unidade territorial - 2016	4.310,24	km ²
Estabelecimentos de Saúde SUS	7	estabelecimentos
Matrícula - Ensino fundamental - 2015	2.44	matrículas
Matrícula - Ensino médio - 2015	316	matrículas
Número de unidades locais	81	unidades
Pessoal ocupado total	701	peessoas
PIB per capita a preços correntes - 2014	4.761,88	reais
População residente	13.209	peessoas
População residente - Homens	6.959	peessoas
População residente - Mulheres	6.25	peessoas
População residente alfabetizada	8.462	peessoas
População residente que frequentava creche ou escola	4.562	peessoas
População residente, religião católica apostólica romana	11.224	peessoas
População residente, religião espírita	14	peessoas
População residente, religião evangélicas	835	peessoas
Valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes com rendimento domiciliar, por situação do domicílio - Rural	787,7	reais
Valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes com rendimento domiciliar, por situação do domicílio - Urbana	1.515,90	reais
Valor do rendimento nominal mediano mensal per capita dos domicílios particulares permanentes - Rural	160	reais
Valor do rendimento nominal mediano mensal per capita dos domicílios particulares permanentes - Urbana	274	reais
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 2010 (IDHM 2010)	0,562	

Tabela 3 - Informações do município de Itaguaçu da Bahia/BA (IBGE, 2017a)

Com uma população dos dois municípios estimada em 58.745 pessoas, é notório verificar a importância implantação deste projeto para a comunidade local do município a fim do crescimento de mercado, empregos e da economia local.

O uso de parte das terras do município de Xique-Xique foram licitadas com Concessão de Direito Real de Uso – CDRU (Ministério da Integração Nacional, 2013), de forma a viabilizar a conclusão de obras de captação de água, operação e manutenção da infraestrutura de uso comum, ocupação da área, e realizar a integração de produtores rurais nos propósitos de produção agrícola, em uma área total de 16.675,58 ha, sendo 13,433,21 ha irrigáveis e 3.252,29 ha não-irrigáveis (CODEVASF, 2014).

Realizado a descrição básica da região de estudo, é proposto o plano de ação para análises agrícolas. Para início, deve-se fazer o levantamento básico das variáveis de estudo e das operações que serão realizadas para mapeamento e análises.

3 CAPÍTULO III - INTRODUÇÃO AOS DADOS DO PROBLEMA E A LINGUAGEM PYTHON (ARCPY)

Este capítulo faz uma breve introdução aos dados que serão utilizados no decorrer da tese e qual a função do Python para os resultados desejados. É composto por uma subseção que descreve a obtenção dos dados, verificação e validação das chaves necessários para execução das rotinas.

Contempla ainda a descrição detalhada das variáveis utilizadas e daquelas que serão calculadas, mostrando de forma descritiva a lógica montada para o nome dos campos e como se dá a junção dos dados para saída de informações. Por fim e dado um breve panorama sobre o Python a fim que se faça claro as etapas da ferramenta que serão tratadas no próximo capítulo.

Sabemos que o crescente desenvolvimento da informação, e sua inclusão no âmbito dos SIG, também gerou um aumento considerável no volume de dados para representação espacial, nas mais diversas áreas de conhecimento. Essas informações são recebidas, georreferenciadas ou não, das mais diversas fontes (Satapathy, Govardhan, Raju, & Mandal, 2015).

Os SIG utilizam dados das mais diversas plataformas e fontes, estes que devem ser integrados em uma única plataforma para que exista a saída de informações e representações por mapas (Oluseyi, 2002).

Neste aspecto, é de suma importância a identificação e interpretação dos dados que serão utilizados, suas relações e como serão dispostos em um Banco de Dados para análise. Nesse contexto, para a criação do banco de dados deste trabalho, foram primeiramente selecionados as instituições que possuíam dados relevantes ao estudo. A **Figura 2** resume as instituições e os dados obtidos.

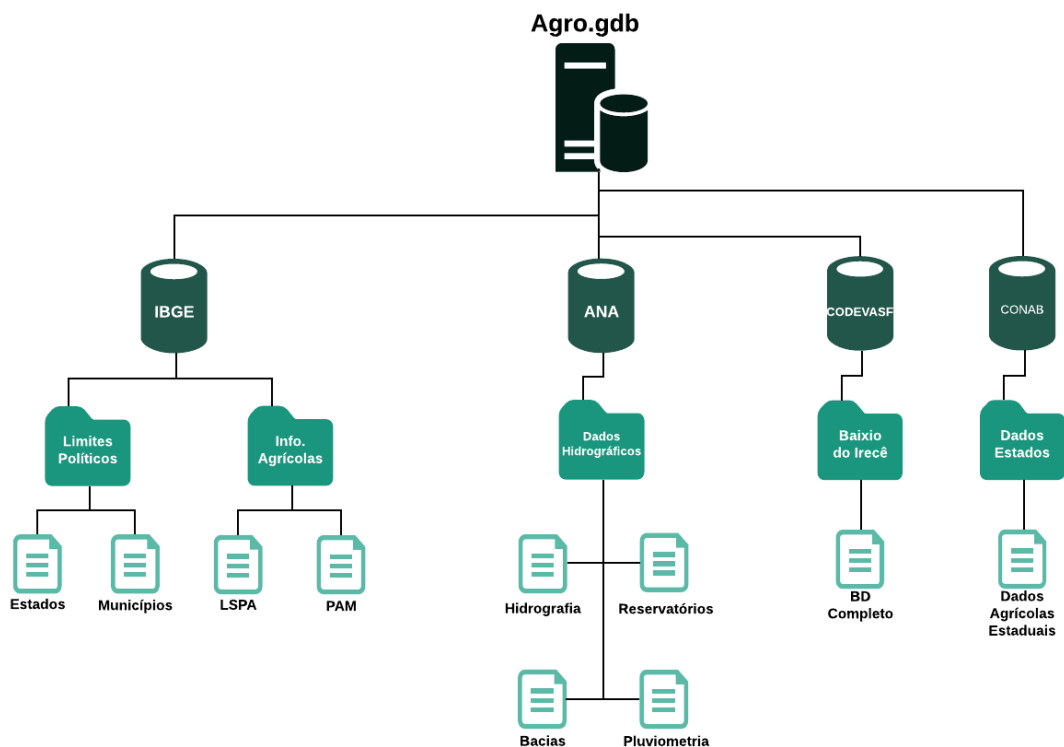


Figura 2 – Estrutura de Obtenção dos Dados (Fonte: Elaboração Própria)³

Os dados provêm das bases de dados oficiais do governo e são relativos as informações que chegam até o nível municipal. Para a base de dados proveniente da CONAB, os dados são em nível estadual e servirão como comparação as modelagens realizadas.

Os dados obtidos serão sintetizados em uma *geodatabase* que será denominada **AgroBD.gdb**⁴, a qual conterá todos os shapefiles e tabelas necessárias, estes que serão categorizados e listados para maior compreensão.

Devido a grande quantidade de dados armazenados, muitas das vezes é necessário uma padronização e automatização dos processos, a fim que se otimize tempo em atividades rotineiras. Para este estudo, temos como objetivo otimizar as operações

³ LSPA – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola ; PAM – Produção Agrícola Municipal ; BD – Banco de Dados Completo (Limites, Hidrografia, Rodovias, Numeração dos Lotes, Canal) ; ANA – Agência Nacional de Águas; CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco

⁴ AgroBD.gdb é o nome dados para a *Geodatabase* que possui os arquivos necessário para execução dos processos.

utilizando uma linguagem de programação conhecida como Python. Esta linguagem é gratuita, multiplataforma, *opensource* e de muito fácil aprendizado quando comparado a outras linguagens, como por exemplo, o *C# (C Sharp)* (ESRI, 2014). Esta linguagem de programação foi introduzida no ArcGIS a partir da versão 9.0 e desde então vem sendo aceita e aprimorada como uma ferramenta poderosa para as análises de geoprocessamento (ESRI, [s.d.]).

Para o uso no software *ArcGIS*, foi introduzido pela *ESRI* o pacote *ArcPy*, que possui maneiras de realizar análises de dados, conversões, gerenciamento e automação de informações (ESRI, [s.d.]). São inúmeras as possibilidades de utilização da linguagem dentro do software, sendo que o *ArcPy* possui diversas classes e funções pré definidas que podem ser utilizadas para os processos de geoprocessamento (ESRI, [s.d.]).

Para este estudo, serão produzidos *scripts em Python* que automatizarão diversos processos, melhor descritos nas seção que estão a seguir. Como produto final, após os componentes teóricos, teremos um *Addin* denominado **Agro**. Para que os processos possam ser bem definidos e as saídas melhor analisadas, as ferramentas serão divididas em etapas, dessa forma o utilizador poderá algumas destas de forma independente caso já se possua um banco de dados com os dados agregados, ou dados que já foram trabalhados em fases anteriores.

3.1 ANÁLISE DE DADOS: OBTENÇÃO E CONFERÊNCIA

O Brasil possui 5561 municípios (IBGE, 2010), fato este que logo indaga àqueles que produzem e analisam dados à necessidade de uma padronização e automatização dos processos. Esta grande quantidade de municípios e também a vasta extensão territorial trás a possibilidade da utilização dos SIG para tomadas de decisões (Cumbe & Candeias, 2014).

Obter os dados das fontes e utilizar diretamente sem uma análise prévia, pode gerar dúvidas em relação as informações geradas, trazendo um cenário duvidoso àquele que vai utilizar o produto final (Cai & Zhu, 2015).

Dessa forma, antes de qualquer manipulação ou operação, deve ser realizada previamente a preparação dos dados de entrada, para que a saída esteja de acordo com as necessidades (Dtrekoi, 1995). A **Figura 3** seguir retrata as etapas que recomenda-se serem realizadas previamente a sua utilização. Deve-se lembrar que tão boa seja a qualidade dos dados de entrada, melhor será a saída de informação (Painho, 2015).

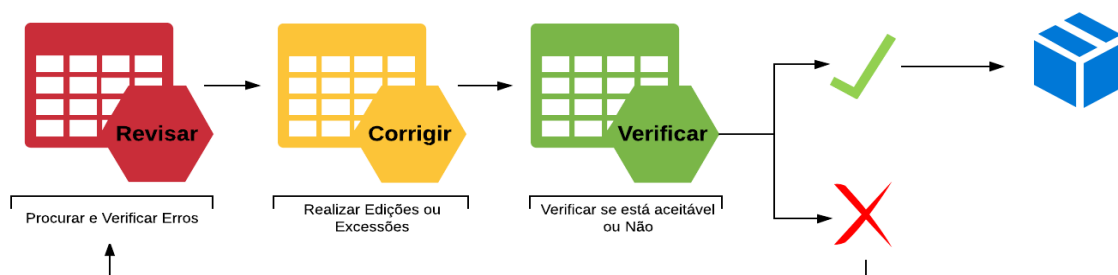


Figura 3 – Fluxo da Revisão Prévia dos Dados (Elaboração Própria)

No que se refere as bases georreferenciadas que são obtidas através do IBGE, estas possuem uma codificação única para cada município denominada COD_IBGE que será utilizada para associação dos dados externos não georreferenciados.

Esses códigos apresentam 7 dígitos, sendo que os dois primeiros se referem ao código do estado e possui atualização sistemática, sendo atualizada quando da retirada ou inserção de novos municípios (IBGE, 2017b).

Ressalta-se a importância do conhecimento das bases de dados que serão utilizadas e da verificação do tipo de campo da chave. Verifica-se então, previamente, que o *shapefile* possui o campo chave do tipo *text (string)*, enquanto as bases externas com dados (*excel, access*) trabalham normalmente com campos *double, float ou integer*. Com tipos de campos (*field type* no *ArcGIS*) distintos, deve-se realizar a operação de conversão do tipo de campo, para um tipo único, adicionando um novo campo e realizando seu cálculo através do *field calculator* do *ArcGIS* (ESRI, 2017).

Tendo conhecimento dessa peculiaridade, pode-se obter através da plataforma SIDRA (Banco de Tabelas Estatísticas) do IBGE as tabelas de dados para diversos tipos de produtos agrícolas conforme visto na **Tabela 4**.

Para modelagem dos processos e códigos foi escolhido o item 1.13 – Milho (1ª Safra), por se tratar de um produto com alto consumo no país e que possui grande quantidade de dados. A mesma metodologia aplicada ao milho, poderá ser aplicada a qualquer tipo de produto, independente da localização, desde que seja respeitado os padrões de chave disponibilizada por cada órgão, conforme detalhado anteriormente.

Lista dos Tipos de Produtos Agrícolas	
1 Cereais, leguminosas e oleaginosas	5 Batata - inglesa (1ª Safra) (B1S)
1.1 Algodão herbáceo (AHE)	6 Batata - inglesa (2ª Safra) (B2S)
1.2 Amendoim (1ª Safra) (A1S)	7 Batata - inglesa (3ª Safra) (B3S)
1.3 Amendoim (2ª Safra) (A2S)	8 Cacau (CAC)
1.4 Arroz (ARR)	9 Café arábica (CAA)
1.5 Aveia (AVE)	10 Café canéfora (CAC)
1.6 Centeio (CEN)	11 Cana-de-açúcar (CDA)
1.7 Cevada (CEV)	12 Castanha-de-caju (CDC)
1.8 Feijão (1ª Safra) (F1S)	13 Cebola (CEB)
1.9 Feijão (2ª Safra) (F2S)	14 Coco-da-baía (CDB)
1.10 Feijão (3ª Safra) (F2S)	15 Fumo (FUM)
1.11 Girassol (GIR)	16 Guaraná (GUA)
1.12 Mamona (MAM)	17 Juta (JUT)
1.13 Milho (1ª Safra) (M1S)	18 Laranja (LAR)
1.14 Milho (2ª Safra) (M2S)	19 Maçã (MAC)
1.15 Soja (SOJ)	20 Malva (MAL)
1.16 Sorgo (SOR)	21 Mandioca (MAN)
1.17 Trigo (TRI)	22 Pimenta-do-reino (PDR)

Lista dos Tipos de Produtos Agrícolas	
1.18 Triticale (TRI)	23 Sisal ou agave (SIS)
2 Abacaxi (ABA)	24 Tomate (TOM)
3 Alho (ALH)	25 Uva (UVA)
4 Banana (BAN)	

Tabela 4 – Tabela de Produtos Agrícolas (Fonte: IBGE - <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>)

Na Tabela 4 estão presentes entre parenteses, após o nome de cada produto, a sigla criada para cada produto (sistemizadas para este estudo, não sendo uma nomenclatura oficial do IBGE), a fim de uso na implementação dos códigos.

Além disso, cada série de produto possui informações de Área Plantada em Hectare (APH), Área Colhida em Hectare (ACH) e Produção em Toneladas (QPT). As denominações em parentêsis foram estabelecidas para padronização dos campos que serão adicionados, a fim de se facilitar a escrita dos códigos em *Python*. Essa informações são oferecidas em um mesmo arquivo exportado pelo portal, em formato *.xls* ou *.xlsx*, e são visualizadas em abas separadas dentro de software adequado.

Os dados de entrada foram tratados para facilitar os processos, de tal sorte que a seguinte conversão do nome de cada campo foi estabelecida, conforme **Tabela 5**.

Nome	Nome Campo
Área Plantada	APH_SIGLAPRODUTO_ANO
Área Colhida	ACH_SIGLAPRODUTO_ANO
Quantidade Produzida ⁵	QPT_SIGLAPRODUTO_ANO

Tabela 5 – Padronização dos Campos (Elaboração Própria)

A série histórica possui os anos de 2003 a 2015, assim, o “ANO” em cada campo seria trocado pelo respectivo número enquanto “SIGLAPRODUTO” seria o tipo de cultivo abreviado, como por exemplo M1S (Milho Primeira Safra). Cada tabela possui uma coluna com o Município e seu respectivo código de 7 dígitos, como já descrito. O

⁵ A abreviação do campo de Quantidade Produzida não possui a unidade discriminada pois as saídas se darão em Toneladas ou Kilogramas, conforme necessidade do usuário.

ANEXO I possui os modelos de tabelas de dados originais e o **ANEXO II** mostra as tabelas já padronizadas.

3.1.1 VERIFICAÇÃO DAS CHAVES

Para que seja possível a realização do *Join*⁶ entre os dados espaciais e não espaciais, deve-se realizar a verificação prévia das chaves, pois as mesmas só conectarão os dados caso as seguintes condições sejam verdadeiras:

Tipo de Campo 1 = Tipo de Campo 2;

Valor Campo 1 = Valor Campo 2

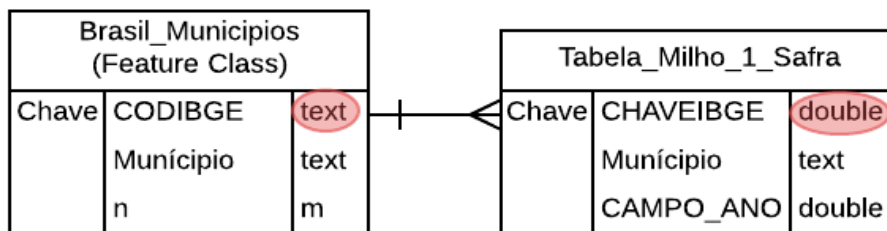


Figura 4 – Ligação entre Feature Class e Tabela (Elaboração Própria)

A **Figura 4** exemplifica as condições das tabelas que serão utilizadas no problema. O destaque em vermelho mostra que os campos chave possuem tipos diferentes, apesar dos valores estarem adequados. Em virtude disso várias operações podem ser inviabilizadas, como o *Join* entre as tabelas. Para que esse erro inicial seja verificado e suprimido, elaborou-se um *script* em *Python* denominado **ConfereChave.py** que está presente no **ANEXO III**.

Este *script* utiliza a função *arcpyListFields()* [*field.name e field.type*]⁷ para conferir se o campo chave possui o tipo adequado. Se sim, retorna uma mensagem informando que o campo está apropriado e caso negativo adiciona um novo campo e calcula os

⁶ Operação que junta duas tabelas ou base de dados a partir de um valor de campo que pode ser encontrado em ambas as tabelas presentes na operação (ESRI, 2014).

⁷ Funções necessárias do pacote ArcPy para atender as condições descritas na seção 3.1.1.

valores chave, seja numérico ou alfanumérico. O processo lógico é mostrado na **Figura 5**.

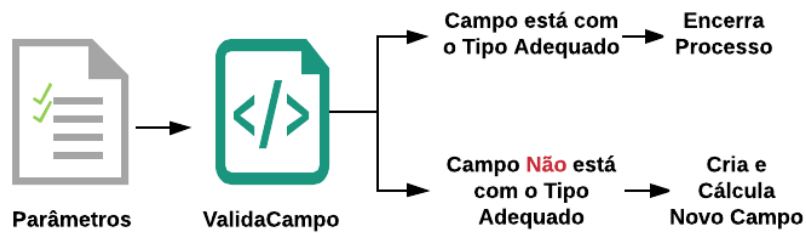


Figura 5 – Processo do Script ValidaCampo (Fonte: Elaboração Própria)

3.1.2 JUNÇÃO (JOIN) DOS DADOS

Nesta fase deve-se realizar a junção (*join*) dos dados espaciais áqueles não espaciais. Nativamente o *ArcGIS* possui a ferramenta *Join* que realiza essa operação, contudo, foi elaborado um script que customizou essa ferramenta para inserção de múltiplas tabelas conforme os padrões de dados deste trabalho (Base Espacial + APH + ACH + QPT) e processo visto na **Figura 6**.

Dessa forma pode-se selecionar apenas uma Tabela, como por exemplo, de Área Colhida ou até mesmo todas as informações coletadas. Essa etapa deve ser realizada apenas após a verificação realizada na seção 3.1.1.

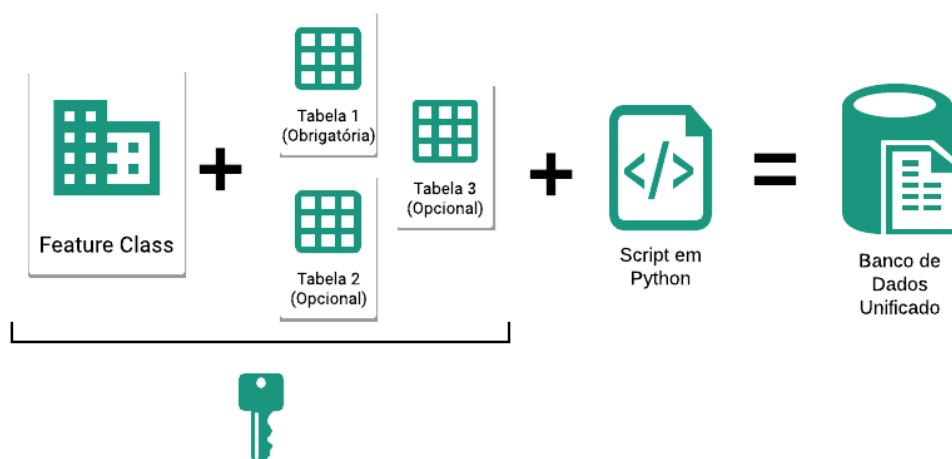


Figura 6 – Processo de Junção do Banco de Dados (Fonte: Elaboração Própria)

O produto final gerado após a utilização do script (Descrito no **ANEXO IV**) é uma feature class contendo todas as informações inseridas, básicas e necessárias ao próximos processos, gravados na *Geodatabase AgroBD.gdb*.

4 APLICAÇÃO DO PYTHON PARA AUTOMATIZAÇÕES: FERRAMENTA AGRO

O renomado autor Paulo Longley cita no seu artigo *“The predictive use of GIS to model property valuations”* (1994):

“GIS is a technology which is ideally suited to analysis of the market values of properties, since such values are based upon spatial comparisons as well as individual property attributes.” (Longley, Higgs, Martin, Longley, & Martin, 1994)

Dado que no Brasil uma parcela considerável da economia gira em torno do meio agrícola (Arias et al., 2015) exalta-se a importância da criação de uma ferramenta que contemple as operações que podem ser realizadas nesse meio e serem utilizadas tanto por usuários avançados, entusiastas da área ou novatos no assunto.

Esses dados devem possuir uma visualização intuitiva, além disso, possibilitar a criação de ferramentas para análise e operações matemáticas e posterior interpretação dessa massa de informações.

Com esse cenário estabelecido, a ferramenta **Agro**, visa prover ao usuário as ferramentas básicas para uma rápida análise espacial de dados econômicos e produtividade agrícola⁸, como por exemplo percentual de área plantada, quantidade produzida dentre outras variáveis, contemplando também, universos temporais (série histórica).

Com isso, a ferramenta foi elaborada através de diversos *scripts* em *Python* e posteriormente moduladas em um *Toolbox do ArcGIS*. A ferramenta final está disposta no Addin **Agro**, que contempla todas as funções criadas e que serão descritas neste trabalho.

⁸ Análises em nível estadual, municipal e em área pré determinadas, desde que seja respeitado o critério de chaves estabelecido no processo.

Os módulos foram separados da seguinte forma:

- i. Operações para Área Plantada
- ii. Operações para Área Colhida
- iii. Operações de Quantidade Produzida
- iv. Operações para Cálculo de Custo e Produtividade (Municipal, Estadual)
- v. Ferramentas Extras
- vi. Saída de dados em diversos formatos, tal como PNG, PDF, CSV.

Para que as opções da ferramenta sejam demonstradas, é necessário a utilização de um produto como exemplo. No decorrer de todas as explicações e descrição será utilizado o Banco de Dados para o **Milho (1ª Safra)**. Ressalta-se que a ferramenta tem como objetivo a execução das operações para qualquer tipo de produto, respeitando-se os padrões e parâmetros estabelecidos, principalmente de nomenclatura (Consultar **Tabela 4**).

4.1.1 OPERAÇÕES PARA ÁREA PLANTADA

Pode-se definir como área plantada por hectare (APH), aquela efetivamente plantada em um dado período de referência (EPAGRI, 2017).

Para elaboração dos scripts que compõe essa ferramenta, deve-se realizar o levantamento dos requisitos básicos para criação, tal como parâmetros de entrada, tipos de inputs necessários e quais as saídas desejadas. Além disso, deve-se verificar as operações matemáticas e estatísticas que deverão ser implementadas dentro do código.

Os inputs de entrada serão a *Feature Class* contendo a região de estudo, Tabelas externas com dados a serem analisados, sendo que estes estarão presentes no *Layer* ativo do *ArcGIS*.

No que se refere aos parâmetros necessários, estes podem ser vistos diretamente no código, que estão detalhados nos Anexos indicados no decorrer do texto. As definições de parâmetros seguirão o padrão a seguir, salvo em exceções, estas que serão destacadas no texto.

Paramêtro = arcpy.GetParameterAsText(0)

A função *GetParameterAsText()* possibilita ao usuário inserir um valor texto em um campo e usá-lo para execução do código. Abaixo são listados as operações para Área Plantada.

Os intervalos utilizados nos mapas são de Quantil, salve em situações explicitadas e destacadas durante o decorrer do texto (como por exemplo, nos scripts que realizem consultas personalizadas, os quais o usuário pode estabelecer valores específicos).

i. Porcentagem de Área Plantada em Relação ao Total de Área do Município

$$\% \text{ de Área Plantada (Ano)} = \frac{APH_PRODUTO_ANO \text{ (HECTARES)}}{ÁREA MUNICIPAL \text{ (HECTARES)}}^9$$

A *Feature Class* inserida na *Geodatabase* possui um campo denominado *AreaTotalHec* previamente calculada através da ferramenta *Calculate Geometry*, este campo que possui o valor total do município em hectares (ha). Dessa forma tem-se que o campo 'APH_PRODUTO_ANO' é obtido pelas tabelas do IBGE, através da plataforma SIDRA. A saída de dados se dará em percentual de área plantada por ano. O novo campo gerado será denominado de PercAPH_PRODUTO_Ano.¹⁰ O Código em Python se encontra no **ANEXO V**. A **Figura 7**¹¹ retrata o mapa gerado por esse processo.

⁹ Calculado a partir da *Feature Class*

¹⁰ PercAPH_PRODUTO_ANO = Percentual de Área Plantada de um Produto por Hectare relativo ao Ano de Referência

¹¹ A porcentagem calculada se refere ao total de área plantada relativo a área do município. Ressalta-se que este mapa deve ser analisado em conjunto com os próximos indicadores, pois o tamanho do município influenciará diretamente. Uma dada localidade poderá ter uma grande área plantada, porém ter baixo % representado no mapa devido ao município ter uma grande área.

Para o ano de 2003, tem-se:

$$\%APH(2003) = \frac{APH_M1S_2003}{AreaTotalHec}$$

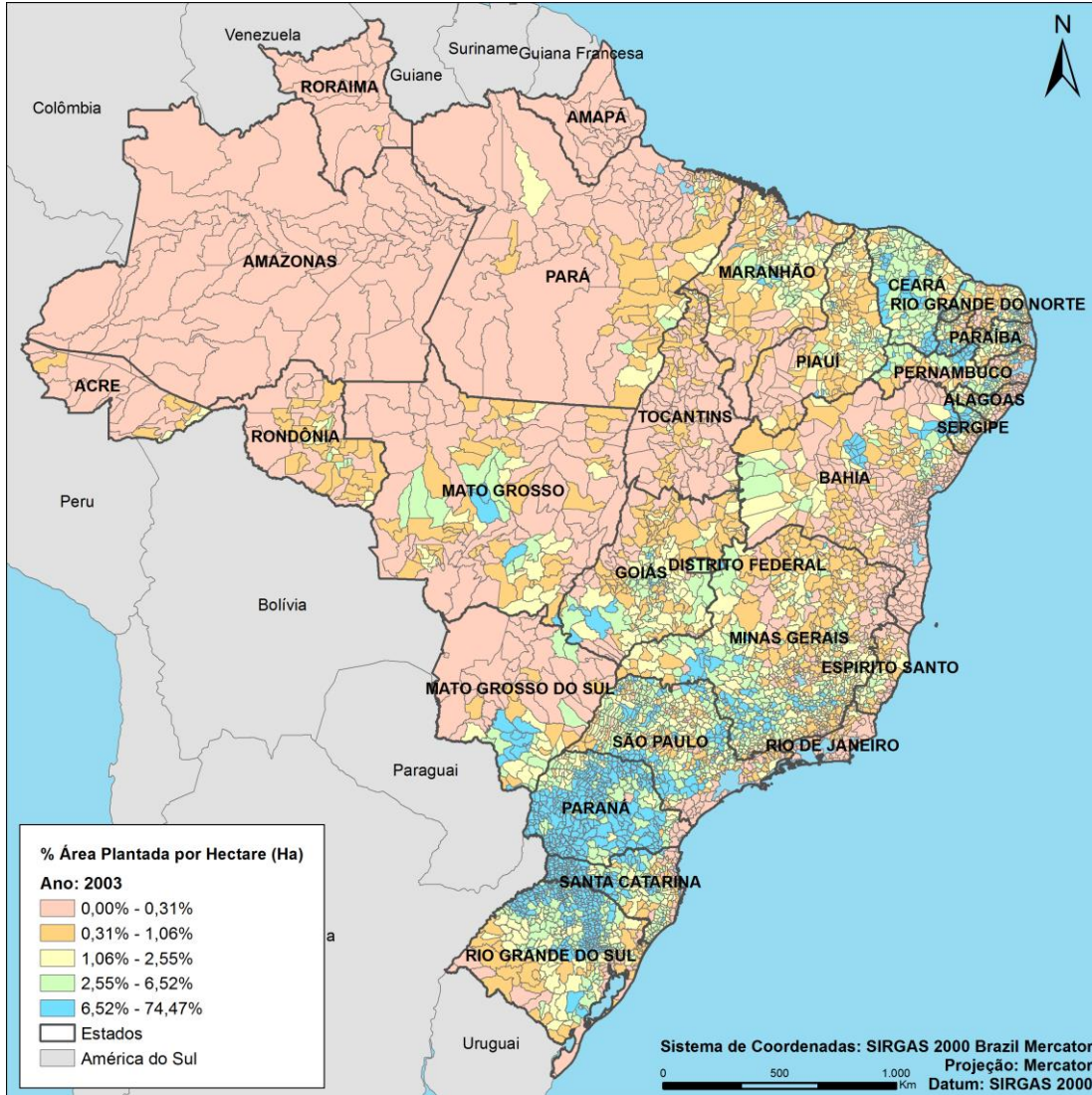


Figura 7 – Mapa de Percentual de Área Plantada (Milho, 1ª Safra) por Hectare em Nível Brasil (Fonte: Elaboração Própria)

ii. Média Histórica Plantada (Municipal)

Outro importante indicador é a média histórica de cada município, durante o intervalo temporal do banco de dados (neste exemplo, 2003 a 2015). A operação se resume na soma das linhas de cada município e posterior divisão pela quantidade (N) de anos.

$$\text{Média da Área Plantada} = \frac{(APH_Ano1 + APH_Ano2 + \dots + APH_AnoN)}{N}$$

A saída será uma nova coluna que dará a média de cada município e o código desta rotina se encontra no **ANEXO VI** e o exemplo de mapa gerado na **Figura 8**. Após o cálculo da média municipal, tem-se a produção de um mapa com intervalos dos valores do campo calculado, sendo que o nome deste campo é definido pelo usuário (no exemplo em questão utilizou-se o nome **MédiaMunicipalAPH**).

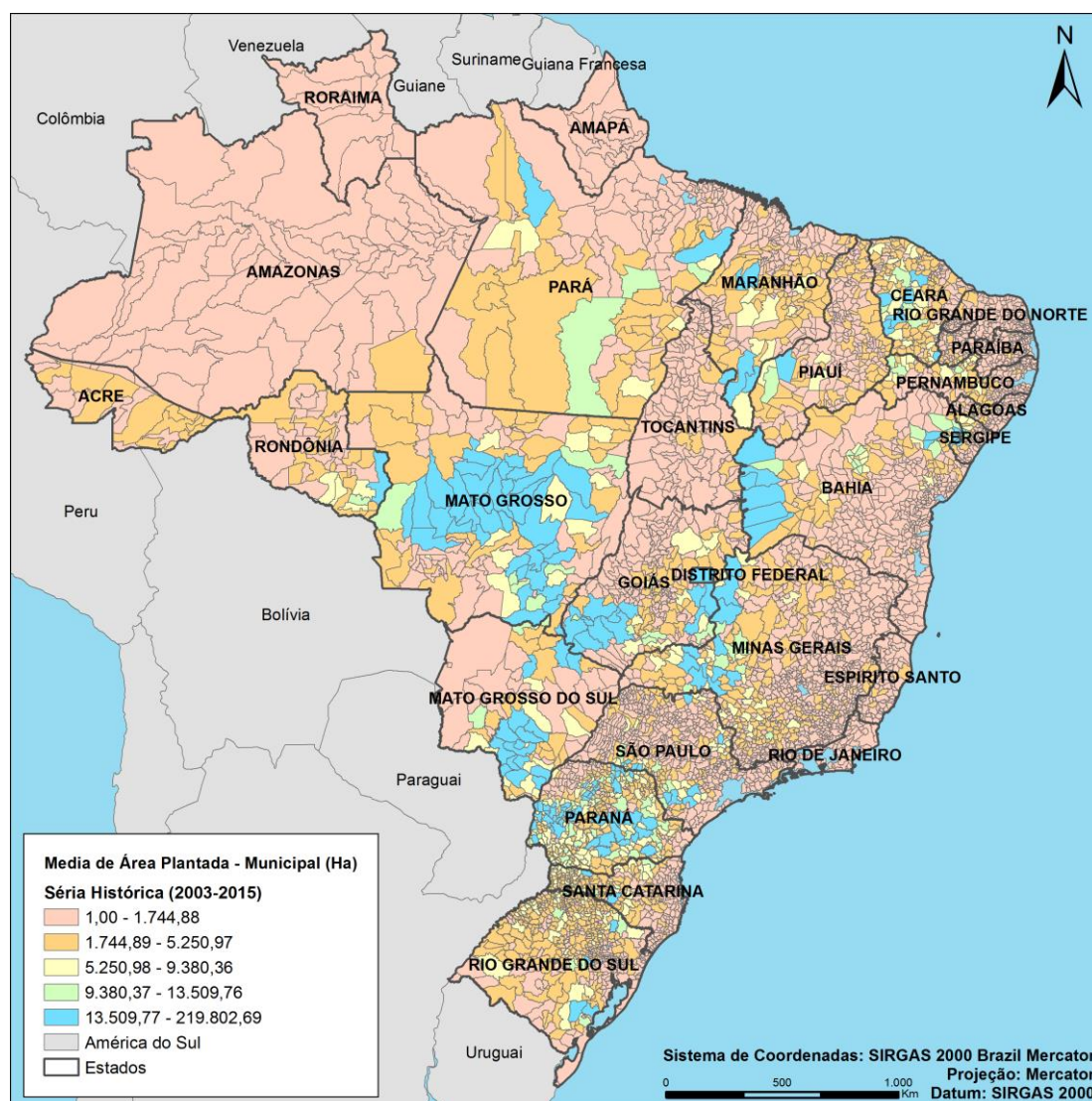


Figura 8 – Mapa da Média Histórica Municipal (Milho, 1ª Safra) Plantada em Hectares (2003-2015) (Fonte: Elaboração Própria)

Conforme mais anos forem sendo adicionados a série histórica, os valores podem ser recalculados através do mesmo script.

iii. Soma da Área Plantada por Estado

Cada Estado (UF – Unidade da Federação) é composto por N municípios. Sendo assim, a somatória deste municípios para uma dada UF contempla o total da área plantada por Estado.

$$Total\ APH\ Estado\ (UF) = \sum APH - Municípios\ (UF)$$

A ferramenta também dispõe da seleção de mais de um estado para somatória. Pode-se selecionar M estados para verificar sua somatória de área plantada.

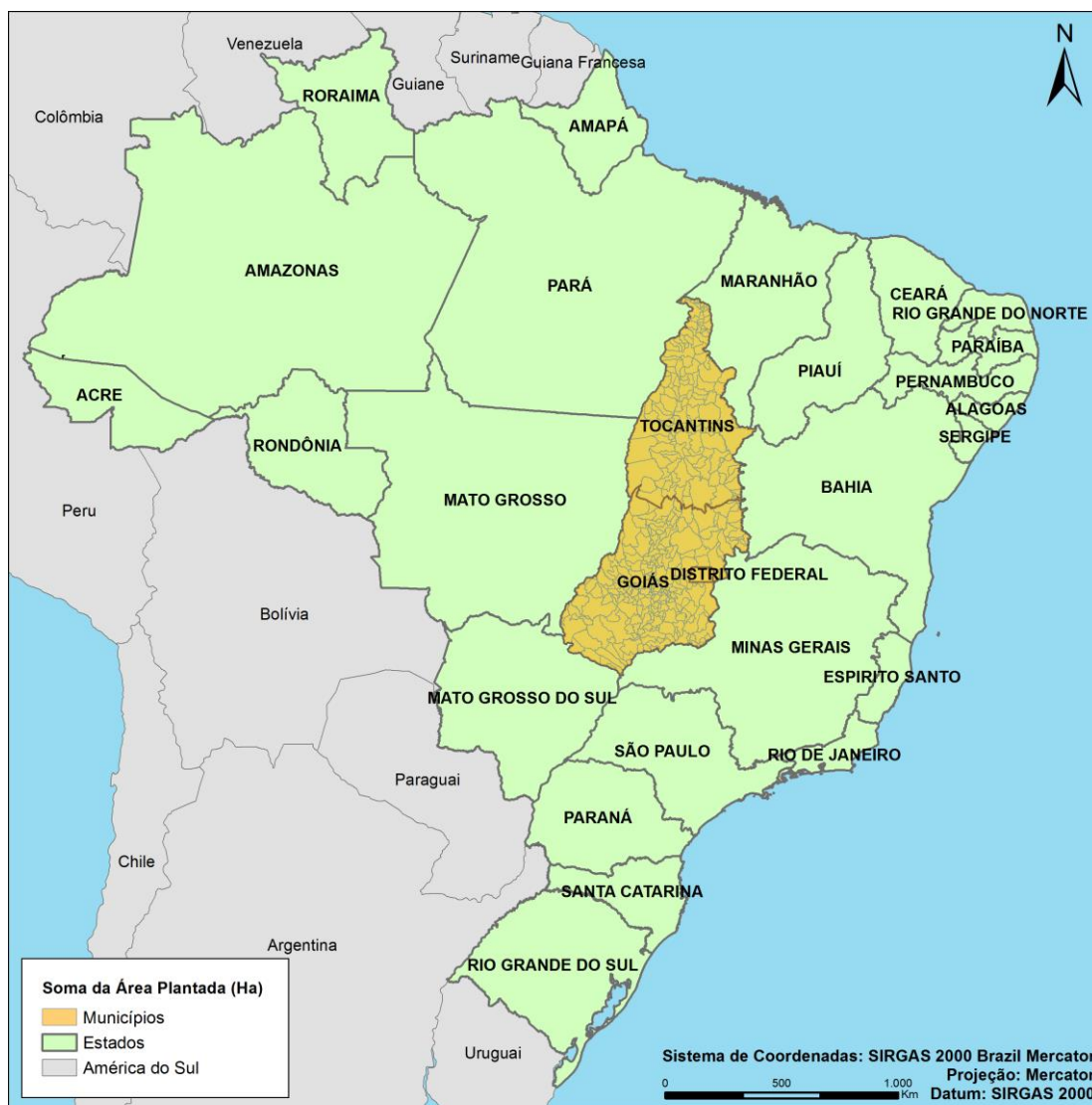
$$\begin{aligned} Total\ APH\ Estados\ (UF1, UF2, \dots, UFM) \\ &= \sum APH - Municípios\ (UF1) \\ &+ \sum APH - Municípios\ (UF2) + \dots \\ &+ \sum APH - Municípios\ (UF) \end{aligned}$$

A saída será uma tabela que discrimina a quantidade de elementos (municípios, nas UFs selecionadas) e o somatório realizado. Abaixo encontra-se a saída fornecida pelo código, utilizando o exemplo hipotético [UF = DF, GO, TO], para os anos de 2003, 2004 e 2005. O campo *FREQUENCY* retorna a quantidade de municípios presentes na consulta conforme visto na **Tabela 6**.

OBJECTID	FREQUENCY	SUM_APH_M1S_2003	SUM_APH_M1S_2004	SUM_APH_M1S_2005
1	386	816405	802961	703144

Tabela 6 – Tabela síntese do somatório da Área Plantada em Hectares (Milho, 1 Safra) (SUM_APH_PRODUTO) (Elaboração Própria)

A partir dessa tabela, é visto a queda na área plantada no período que compreende 2003 a 2005. Além deste *outputs* gerados, é também obtido um mapa das localidades escolhidas, o qual realiza um detalhamento nos estados selecionados. O código completo se encontra no **ANEXO VII** e a **Figura 9** mostra um exemplo de mapa gerado.



Rowid	OBJECTID	FREQUENCY	SUM APH M1S 2003	SUM APH M1S 2004	SUM APH M1S 2005
1	0	386	816405	802961	730144

Figura 9 – Mapa com a Área Gerada, Resultante da Seleção de Estados (DF, GO e TO, para Milho 1ª Safra) (Fonte: Elaboração Própria)

iv. Consulta de Área Plantada - Estado

Para a rápida visualização e interpretação dos dados contidos nas tabelas, é sugerido a ferramenta **Consulta** (Código no **ANEXO VIII**) e **Consulta Personalizada** (Código no **ANEXO IX**) que efetua consulta do estado ou região definida no parâmetro e mostra através de um mapa uma escala de valores. Quando utilizada a ferramenta **Consulta** o script gera o mapa através de um *layer* com um intervalo já determinado.

Esta ferramenta pode ser utilizada a qualquer momento, independente da execução de outras funções do *Addin*, porém, caso alguma ferramenta que selecione áreas tenha sido utilizada, a opção **Consulta** será utilizada apenas na área ativa do *Layer*. Os exemplos de mapa podem ser vistos nas **Figura 10 e Figura 11**.

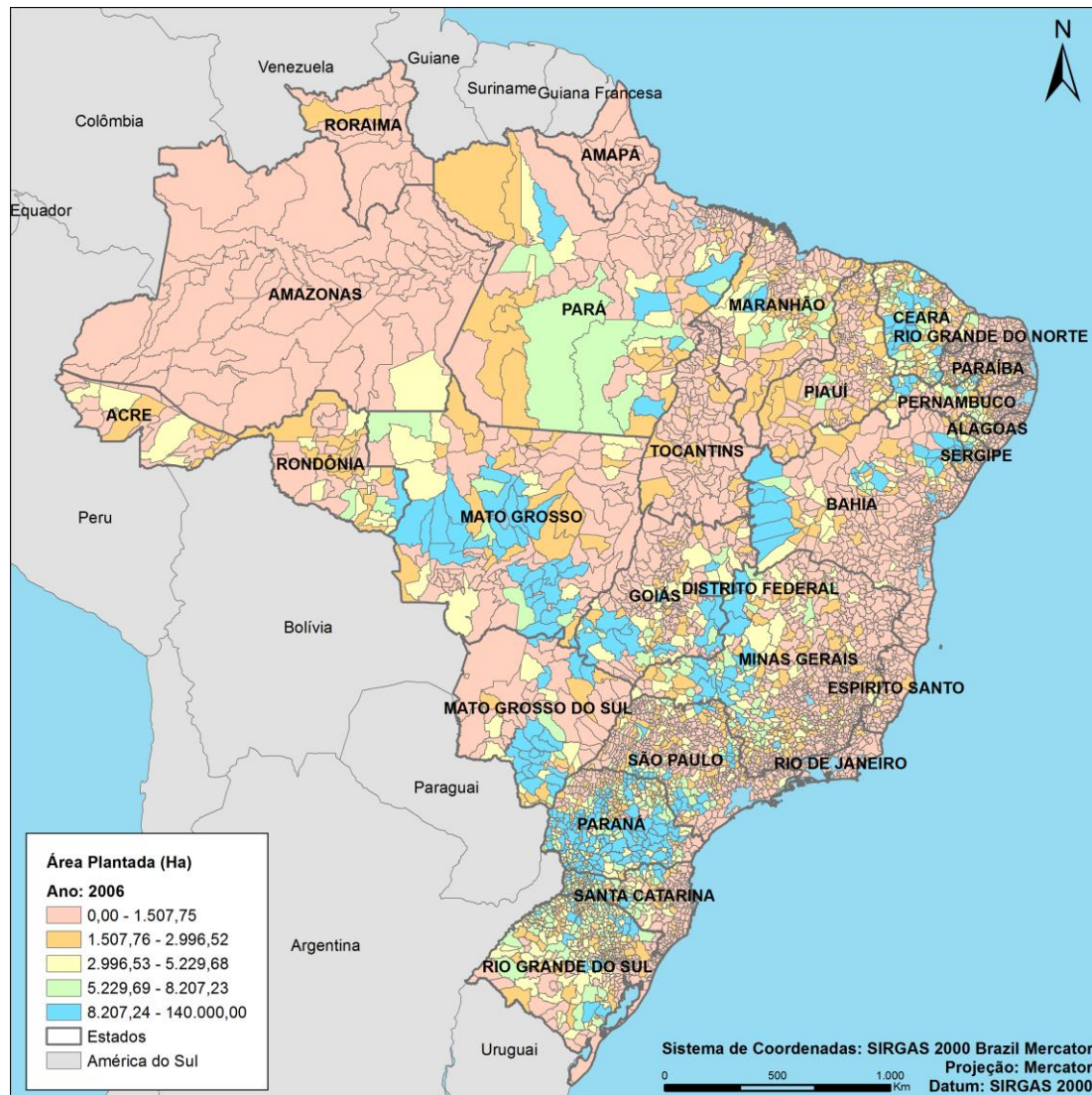


Figura 10 – Consulta de Área Plantada em Hectares, por Município – Padrão (Valores pré-estabelecidos, Milho 1ª Safra, Ano: 2006) em Nível Brasil (Fonte: Elaboração Própria)

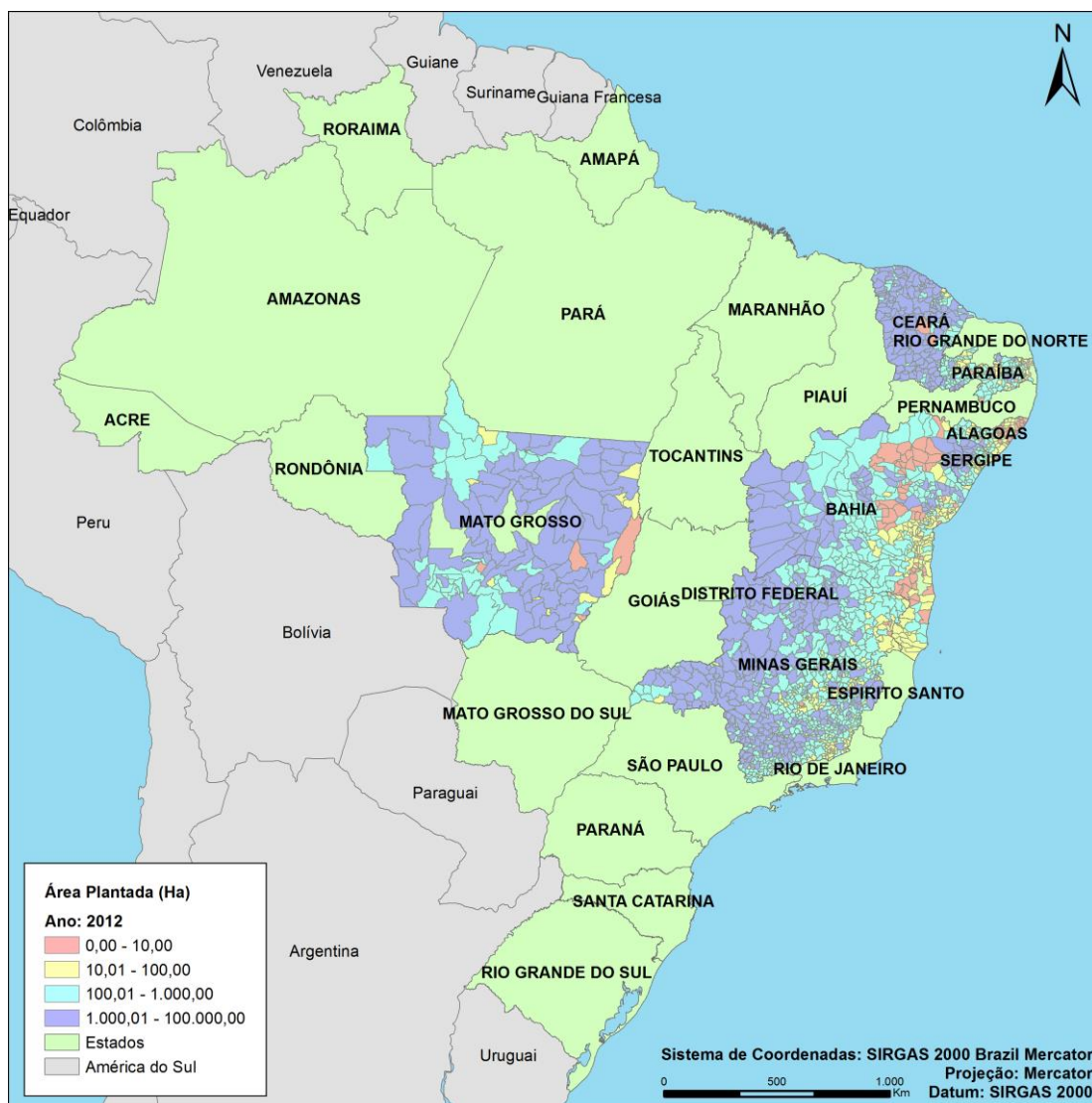


Figura 11 - Consulta de Área Plantada em Hectares, por Município – Personalizada (Valores estabelecidos pelo usuário, Milho 1ª Safra, Ano: 2012) com Seleção de Estados (Fonte: Elaboração Própria)

4.1.2 OPERAÇÕES PARA ÁREA COLHIDA

A seção de Área Colhida em Hectares (ACH) contempla as mesmas ferramentas da Seção de Área Plantada (4.1.1), mas é disposta de forma separada a fim que não se confunda os dados a serem utilizados. O usuário pode então definir a ferramenta desejada a partir do escopo de sua pesquisa.

Os mapas gerados com esta ferramenta, possui os mesmos padrões e características dos mapas gerados nas operações mostrar nas seções anteriores, mudando apenas as faixas de valores e o tipo de dado. Os códigos em Python estão detalhados nos ANEXO X ao ANEXO XIV.

4.1.3 OPERAÇÕES PARA QUANTIDADE PRODUZIDA

O IBGE também informa através do SIDRA¹² a quantidade produzida em toneladas para cada município. Com tal informação, podemos então:

- i. Definir e representar a quantidade produzida em toneladas para cada município (QPT_PRODUTO_ANO).
- ii. Definir a quantidade produzida por área plantada, dessa forma tem-se:

$$QPTAPH_PRODUTO_ANO = QPT_PRODUTO_ANO / APH_PRODUTO_ANO$$

Para o exemplo seguinte, temos que:

$$QPTAPH_M1S_2010 = [QPT_M1S_2010] (ton) / [APH_M1S_2010] (ha)$$

- iii. Definir, também, a quantidade produzida por área colhida:

$$QPTACH_PRODUTO_ANO = QPT_PRODUTO_ANO / ACH_PRODUTO_ANO$$

- iv. Verificar possíveis incosistências nas relações entre QP_{APH} e QP_{ACH} . Dessa forma pode-se utilizar os índices QP_{APH} e QP_{ACH} para estimar um coeficiente de eficiência.

¹² Sistema IBGE de Recuperação Automática

Conforme a sistematização pré-estabelecida e para que os dados sejam de mais fácil interpretação recomenda-se manter-se o padrão de nomenclatura (QPT_PRODUTO_ANO). Os códigos referentes aos scripts para Quantidade Produzida (toneladas) se encontram nos **ANEXO XV ao ANEXO XVII**. As **Figura 12 e Figura 13** são exemplos dos mapas gerados com as informações calculadas através dos códigos.

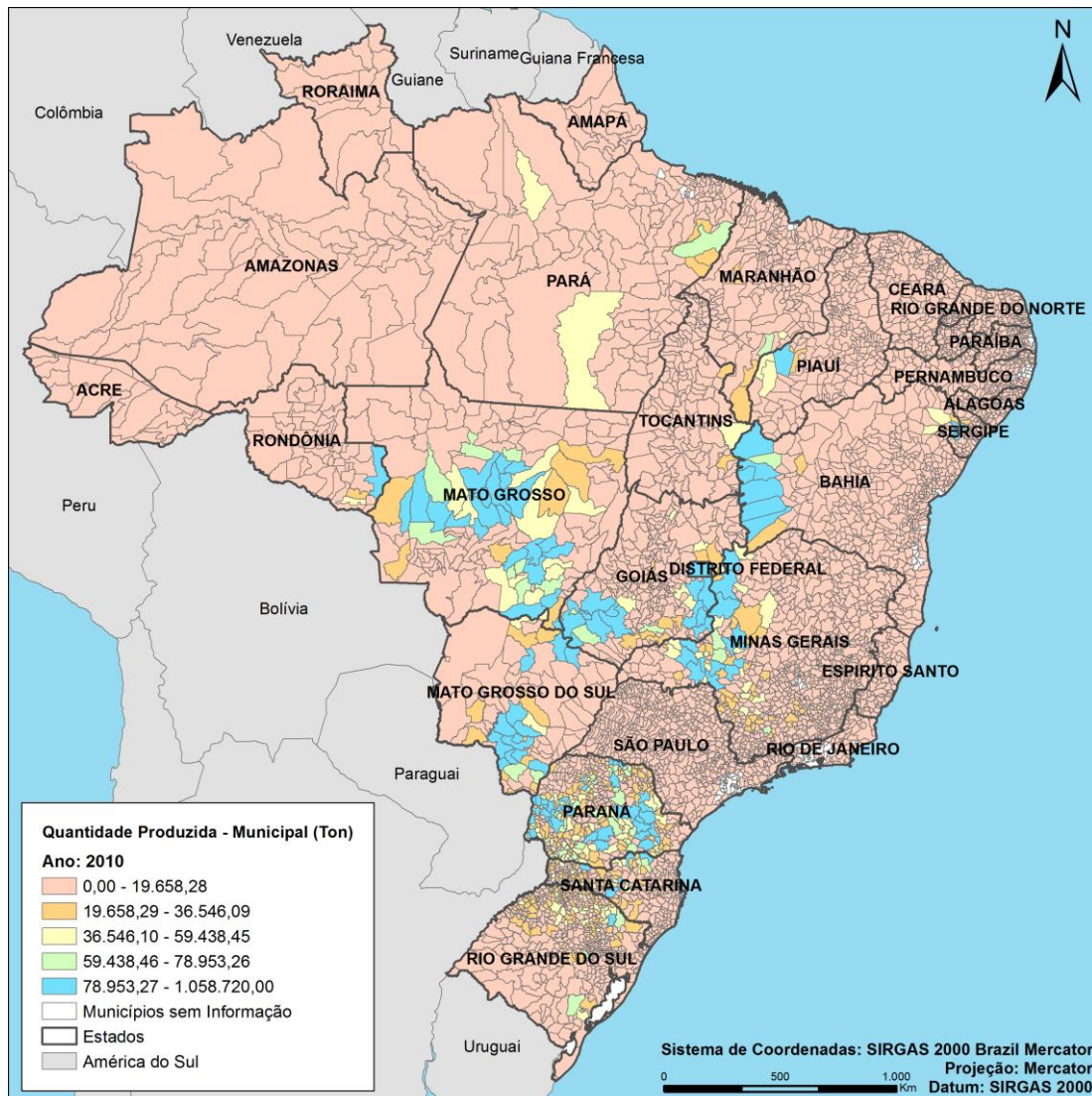


Figura 12 – Mapa de Quantidade Produzida – Ano: 2010 (toneladas) (Milho 1ª Safra) (Fonte: Elaboração Própria)

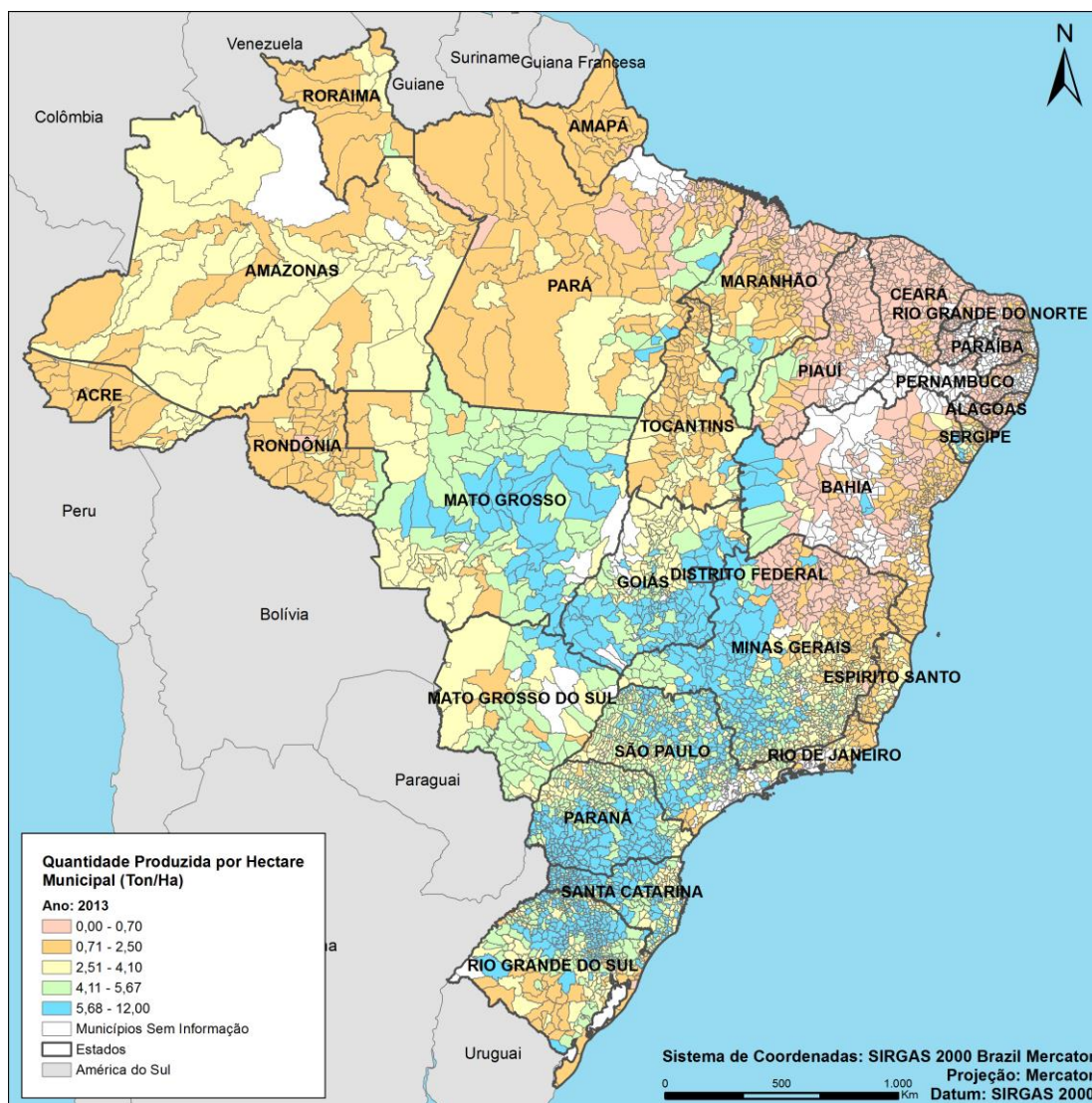


Figura 13 - Mapa de Quantidade Produzida por Hectare (Área Plantada) – Ano: 2013 (toneladas/hectare) (Milho 1ª Safra) (Fonte: Elaboração Própria)

Observa-se municípios marcados na cor branca em diversos pontos no mapa. Esta caracterização ocorre em virtude da falta de dados nestas localidades, seja de quantidade produzida (QPT) ou área plantada (APH). A situação pode ocorrer quando qualquer desses valores seja igual a 0 ou *Null*¹³.

¹³ *Null* em linguagem computacional significa que o valor é desconhecido ou que está faltante na célula.

4.1.4 OPERAÇÕES DE ANÁLISE

As ferramentas descritas nessa subseção contemplam as análises matemáticas entre as variáveis citadas nas seções anteriores, sendo estas: áreas (total, plantada, colhida) e quantidade produzida.

O módulo de cálculo visa automatizar os processos, através de scripts em Python, tornando as etapas amigáveis e de fácil entendimento.

A fim de informação, ressalta-se que o Brasil é dividido em 26 estados e 1 distrito federal. Esses estados são agrupados em microregiões, mesoregiões e regiões. Para este estudo descreveremos apenas o nível de estados.

i. Indicador de Colheita (IC)

Esta ferramenta indica o percentual entre a área plantada e a área colhida. O indicador de colheita (IC) será excelente se $IC = 1$.

A operação realizada no script será:

$$IC = \frac{ACH_Ano}{APH_Ano}$$

$IC = 1$ (*excelente*)

$0,75 \leq IC < 1$ (*ótimo*)

$0,50 \leq IC < 0,75$ (*bom*)

$0,25 \leq IC < 0,50$ (*regular*)

$IC < 0,25$ (*ruim*)

Para exemplos, será utilizado o ano de 2005, então temos que:

$$IC_{M1S_2005} = \frac{ACH_{M1S_2005}}{APH_{M1S_2005}}$$

O output gerado é mostrado na **Figura 14** e o código está contemplado no **ANEXO XVIII**.

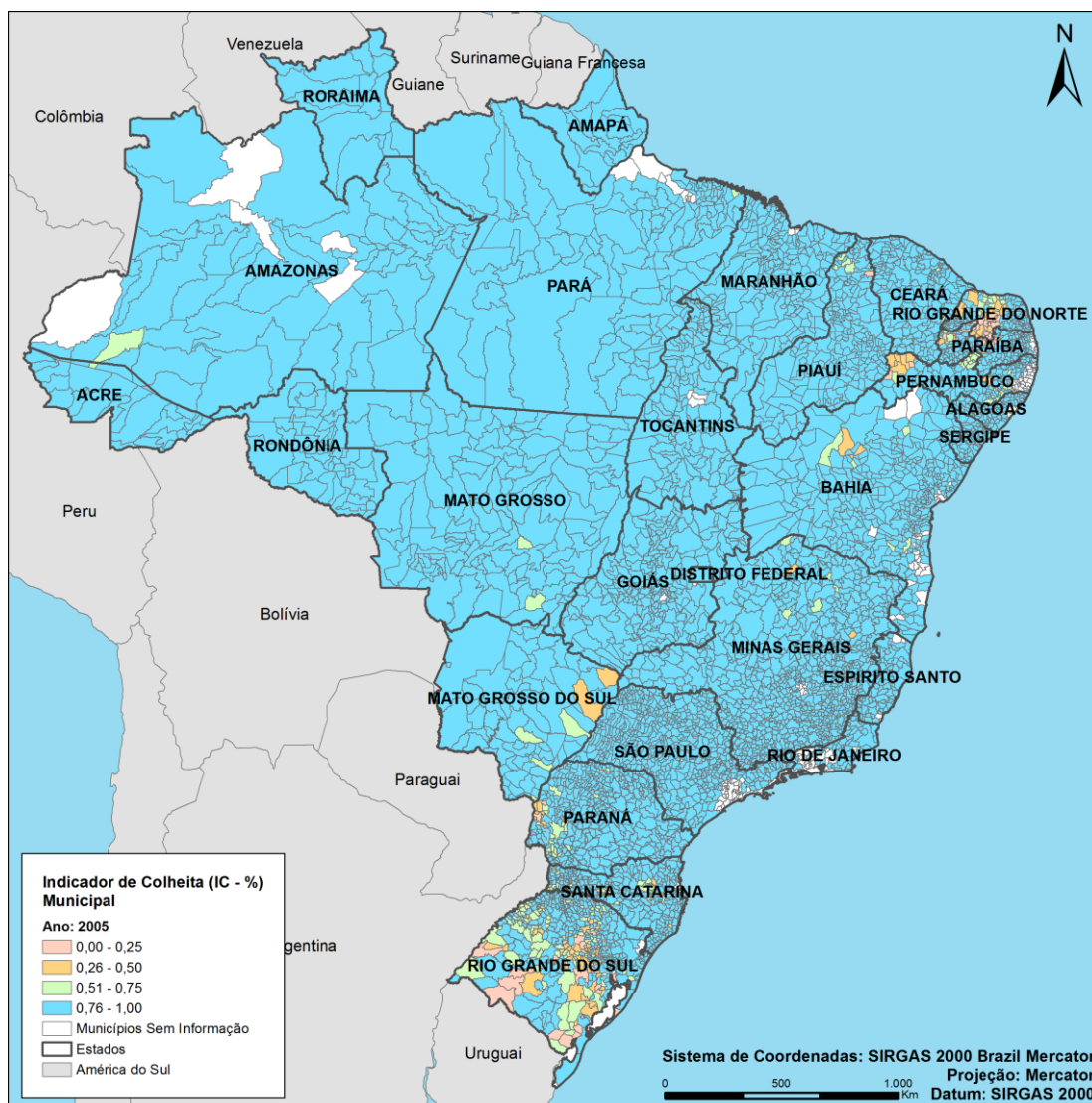


Figura 14 – Mapa referente ao Índice de Colheita (IC - %), para o Milho 1 Safra, Ano 2005. (Fonte: Elaboração Própria)

ii. **Indicador de Produtividade (IP, em sacas)**

$$IP_PRODUTO_ANO = \frac{((QPT_Produto_Ano) * 1000)/60}{APH_Ano} \left(\frac{sc}{ha} \right)$$

Esse indicador é uma variação daquele demonstrado na seção de quantidade produzida. A saída se dará em ton/ha em cada ano, conforme descrito na seção anterior. A nomenclatura usual utilizada é de sc/ha, dessa forma o script foi

automatizado para que fosse realizada a conversão de unidade e a saída se desse em sacas¹⁴ por hectare. O nome do campo é padronizado por IP_PRODUTO_ANO

Para o exemplo, será utilizado o ano de 2005, que gera o mapa mostrado abaixo. O código da rotina se encontra no **ANEXO XIX** e o exemplo de mapa gerado na **Figura 15**.



Figura 15 - Mapa referente ao Índice de Colheira (IP – sc/ha), para o Milho 1 Safra, Ano 2005. (Fonte: Elaboração Própria)

¹⁴ 1 saca = 60kg = 0,06 toneladas. Representação comumente utilizada para venda no mercado.

iii. Cálculo de Custo

Este módulo contempla o cálculo de custo da produção, a partir de valores históricos estaduais, disponibilizados pela CONAB. O custo varia para cada tipo de produto, dessa forma será utilizado os padrões para o milho. A CONAB possui um método de cálculo que contempla todos os itens que devem ser assumidos pelo produtor, em todas as fases até a chegar a comercialização do produto (CONAB, [s.d.]). Os elementos que compõe o custo são dispostos segundo a **Tabela 7**.

CUSTO VARIÁVEL (CV)	CUSTO FIXO (CF)	CUSTO OPERACIONAL (CO)
DESPESAS DE CUSTEIO DA LAVOURA	DEPRECIÇÕES	RENDA DE FATORES
DESPESAS PÓS-COLHEITA	OUTROS CUSTOS FIXOS	
DESPESAS FINANCEIRAS		
CUSTO TOTAL (CT)		

Tabela 7 – Elementos para composição de Custo (Fonte: CONAB)

Cada elemento possui um destringimento maior, que não cabe ser detalhado neste trabalho. As variáveis dispostas na tabela acima são obtidas das fontes e inseridas como parâmetro no script.

A CONAB fornece a série histórica do Custo de Produção estimado através do seu portal, para alguns estados¹⁵. A **Tabela 8** sintetiza o valor do Custo Total por Hectare (CT/Ha), Utilizar-se-á o ano de 2012 como referência para os cálculos.

Estado	Ano Referência	Custo por Ha (R\$)
Bahia (BA)	2012	3.850,50
Goiás (GO)	2012	2.535,85
Maranhão (MA)	2012	1.912,11
Minas Gerais (MG)	2012	2.769,17

¹⁵ Nas séries históricas disponibilizadas através do portal da CONAB (<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1555&t=2>), apenas alguns estados possuem valor registrado. Para os demais, deve-se consultar outras fontes de referência.

Estado	Ano Referência	Custo por Ha (R\$)
Mato Grosso do Sul (MS)	2012	2.497,74
Paraná (PR)	2012	2.523,70
Mato Grosso (MT)	2012	2.619,46
Rio Grande do Sul (RS)	2012	2.387,97

Tabela 8 – Tabela de Custo Total para Produção de Milho (1ª Safra) referente ao ano 2012 (Fonte: CONAB)¹⁶

Dessa forma, temos que a composição do custo total será:

$$CT = CV + CF + CO \text{ (R\$/hec)}$$

Logo, o custo total para produzir X hectares em um município, lote ou área delimitada será:

$$CT_PRODUTO_ANO = APH \text{ (hec)} * CT \text{ (R\$/hec)}$$

Ressalta-se que o valor do custo de produção, oscila conforme a variação de CV, CF e CO, além também do tipo de produto e localidade. Não se recomenda utilizar padrões de custos em locais que distam muito do outro e possuem variações climáticas muito drásticas (Cristina, Soares, Roberto, & Cunha, 2004).

O mapa gerado é mostrado abaixo, utilizando como exemplo estado da Bahia (BA) e que possui o valor de CT = R\$ 3850,50. O campo possui o padrão CT_PRODUTO_ANO e o **ANEXO XX** detalha o script em python que realiza os procedimentos de cálculo e o produto final é visto na **Figura 16**.

¹⁶ A composição do CT é dado pelo média dos custos de cada município produtor referente ao estado (UF).



Figura 16 - Mapa referente ao Custo Total (CT – R\$), para o Milho 1 Safra, Ano 2012. (Fonte: Elaboração Própria)

iv. Rentabilidade (R) Bruta

Após a colheita, pode-se estimar o valor potencial que ser gerado pela área colhida. Cada produto tem seu valor de venda (V), assim, deve-se analisar as curvas de variação desse valor, que oscilam pela demanda de mercado e localização.

Instituições como o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA-Esalq-USP) possui um Banco de dados para cotação de diversos produtos, dentre eles o milho, conforme mostrado na **Tabela 9**. A evolução do preço do milho é mostrado na **Figura 17**.

Ano	À vista R\$	À vista US\$
2007	23,67	12,29
2008	25,55	14,36
2009	21,02	10,62
2010	21,51	12,28
2011	30,32	18,17
2012	29,81	15,29
2013	26,99	12,61
2014	26,87	11,45
2015	29,05	8,77
2016	44,48	12,84

Tabela 9 – Indicador do Milho para compra à vista por saca de 60kg obtido pela ESALQ/BM&FBOVESPA (Fonte: CEPEA)¹⁷

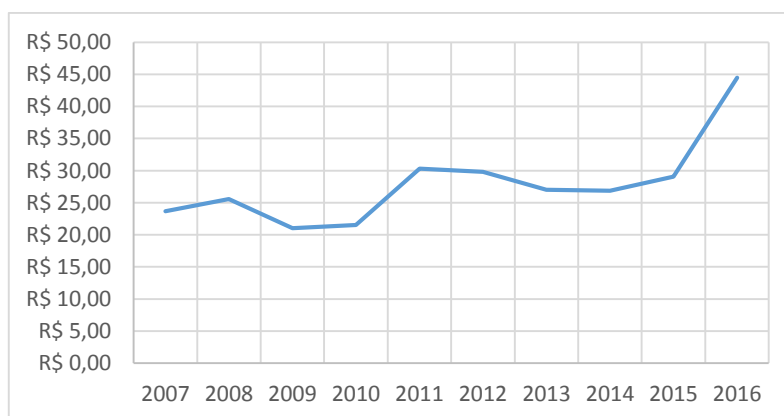


Figura 17 – Evolução do Preço do Milho (Fonte: CEPEA)

Para demonstração da ferramenta nesta seção, será utilizado os valores gerais para o Brasil no ano de 2012 (R\$29,81), enquanto no estudo de caso que será detalhado, utilizar-se-á o valor regional.

Todavia, o portal da BM&FBOVESPA fornece a cotação histórica de diversos produtos que possuem regras de venda estabelecidas pelo mercado.¹⁸

¹⁷ Indicador que representa a média anual do Brasil, considerando os estados produtores. Verifica-se o aumento no preço de venda do milho durante o ano de 2016.

¹⁸ Os dados podem ser acessados através do link http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/servicos/market-data/historico/mercado-a-vista/cotacoes-historicas/.

A rentabilidade será então dada por:

$$RB_PRODUTO_ANO = QPT \text{ (convertido em sacas)} * V \text{ (R\$)}$$

O valor de V irá mudar de acordo com o produto, localidade, tipo de cultivo, fatores climáticos entre outros, sendo que este pode ser personalizado por ser um parâmetro dentro do código. A intenção é que se compare diversos cenários de um mesmo produto ou produtos diferentes. No **ANEXO XXI**, encontra-se disponível o script que automatiza essa etapa e o campo padronizado é determinado como RB_PRODUTO_ANO. O mapa gerado é visto na **Figura 18**.

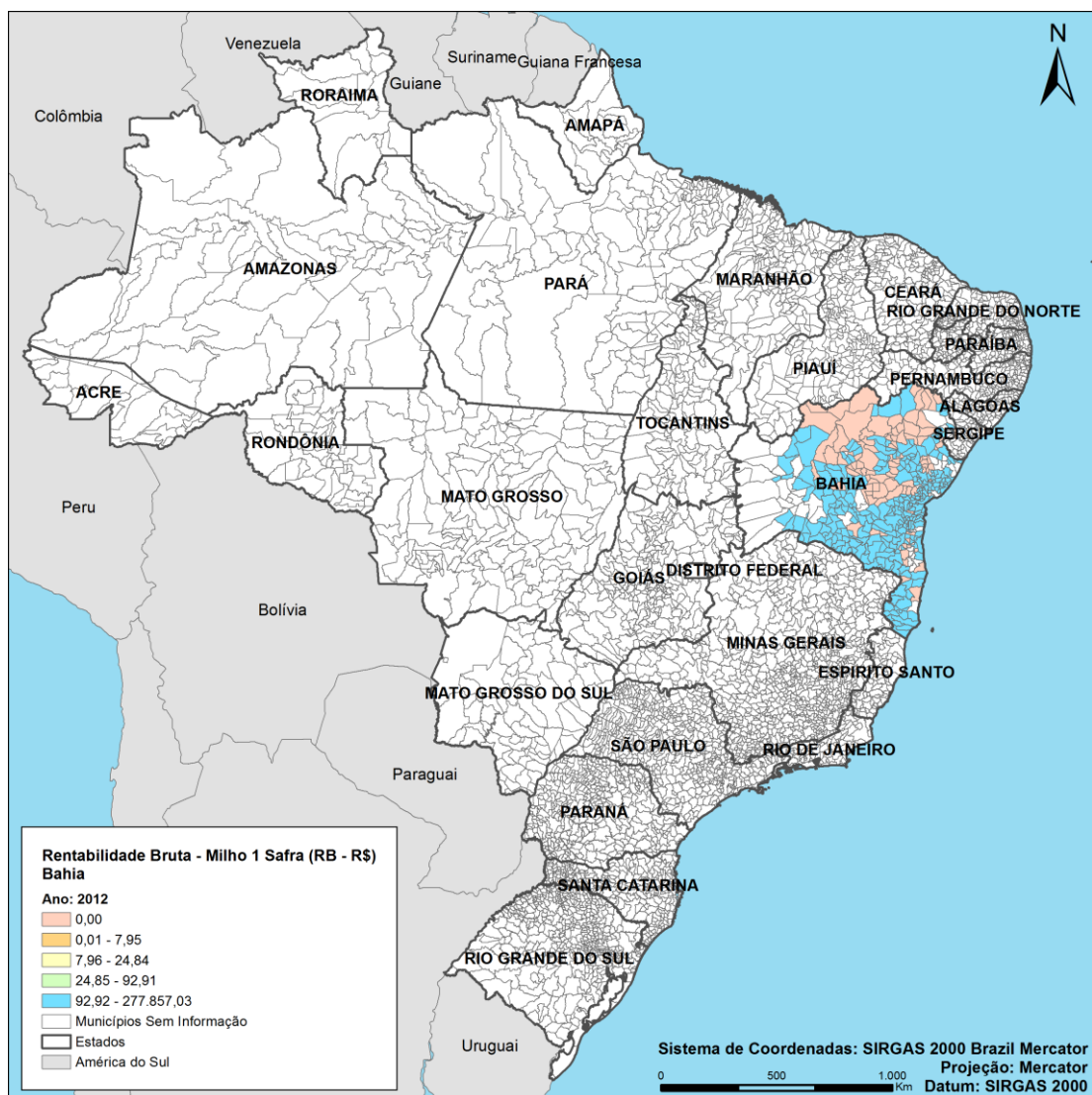


Figura 18 - Mapa referente a Rentabilidade Bruta (RB – R\$), para o Milho 1 Safra, Ano 2012. (Fonte: Elaboração Própria)

O ano de 2012 foi escolhido com o intuito de se analisar e comparar as informações obtidas através do IBGE. Observa-se quão dispare são os valores referentes ao Custo e Receita Bruta neste ano. Esse fato, pode ter ocorrido em virtude de uma alta oscilação do produto, fatores climáticos que debilitaram a colheita ou erros nos dados da amostra. (**Figura 16 e Figura 18**).

Mesmo com esse desvio, a análise se tornou mais óbvia a partir da visualização espacial, que além de demonstrar as informações desejadas, levantou questionamentos sobre os motivos que podem ter acarretado esses desvios.

5 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO NO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO BAIXIO DO IRECÊ

A aplicação da ferramenta **Agro** em áreas menores, trás uma rápida análise àqueles que realizam estudos e trabalhos técnicos voltados ao ramo agrícola, trazendo um cenário de maior fiabilidade para tomada de decisões e rápida interpretações de dados estatísticos.

A agricultura irrigada no Brasil ampliou-se com a introdução de perímetros públicos de irrigação o que mudou o cenário socioeconômico-político e ambiental de várias regiões (Nahum, Filho, Merival, & Asevedo, 2015), dentre estas pode-se usar como exemplo a região do Baixio do Irecê, descrita e detalhada nas seções introdutórias deste estudo.

O perímetro localizado no município de Xique-Xique e Itaguaçu do Sul, estado da Bahia, e é locado conforme mapa disposto na **Figura 19**.

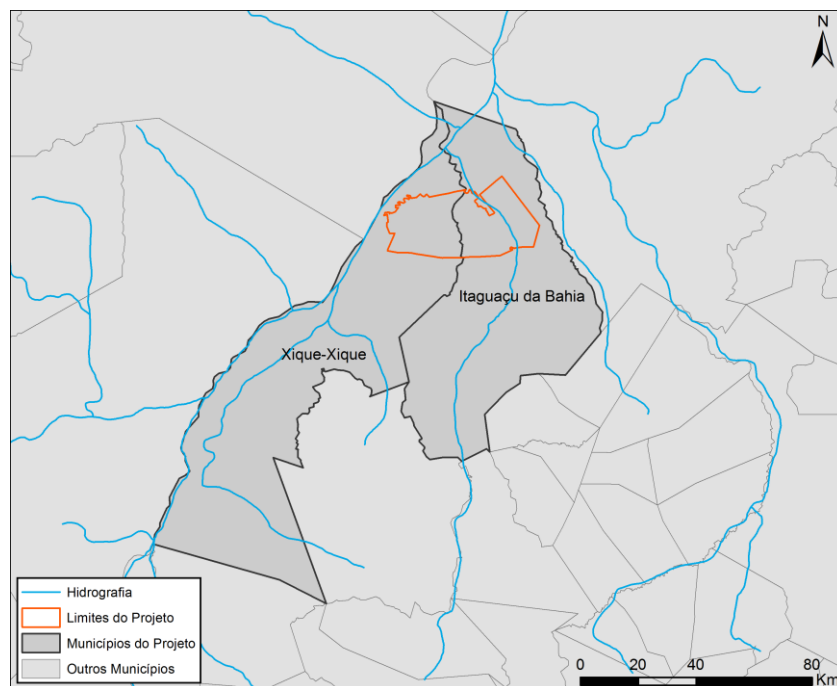


Figura 19 – Localização e Limites do Perímetro de Irrigação Baixio do Irecê (Dados: CODEVASF, Elaboração Própria)

Nos limites do perímetro de Irrigação, tem-se a divisão dos lotes, os quais serão utilizados para cultivos de diversos tipos de produtos (**Figura 20**).

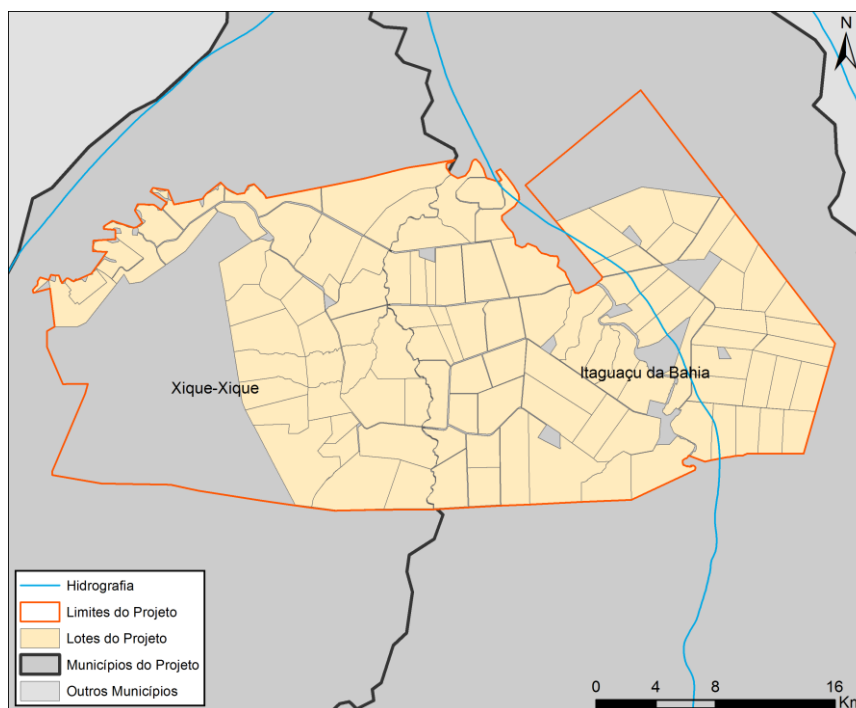


Figura 20 – Lotes integrantes do Perímetro de Irrigação (Dados: CODEVASF, Elaboração Própria)

Analisando a **Figura 20** observam-se algumas áreas que não possuem lotes delimitados. Estas áreas inaptas são áreas de proteção ambiental permanente (APP), áreas que possuem risco de inundação, áreas industriais ou até mesmo áreas inadequadas ao cultivo.

Dado a breve descrição da localidade e estrutura de distribuição espacial, tem-se através do documento para uso das terras (CODEVASF, 2014), comumente conhecido como CDRU, que a área total útil para irrigação corresponde a 80% dos lotes (Vilani, 2015), sendo que os outros 20% são destinados a benfeitorias, tal como construção da sede, instalações elétricas, áreas de proteção ambiental entre outros.

Dessa forma:

$$APHN_PRODUTO_ANO = 0,80AT \text{ (Área Total em Hectares)}^{19}$$

¹⁹ Essa etapa se torna necessária em casos que não se possui o valor para APH. A aproximação é feita utilizando um percentual para a quantidade de área que será utilizada, sendo que esta opção está disponível na área de personalização da ferramenta **Agro**.

Na modelagem realizada anteriormente o valor de APH já estava fixada e definida pelos dados obtidos do IBGE. Em casos específicos como este, recomenda-se o uso da ferramenta **Área Irrigada/Plantada**, esta que criará um novo campo com a área útil para plantação APHN_PRODUTO_ANO²⁰ (código presente no **ANEXO XXII**). A **Figura 21** define a área plantada (em hectares) por lote, sendo que o intervalo mantém o padrão de Quantil, salve em casos que sejam definidos outros intervalos.

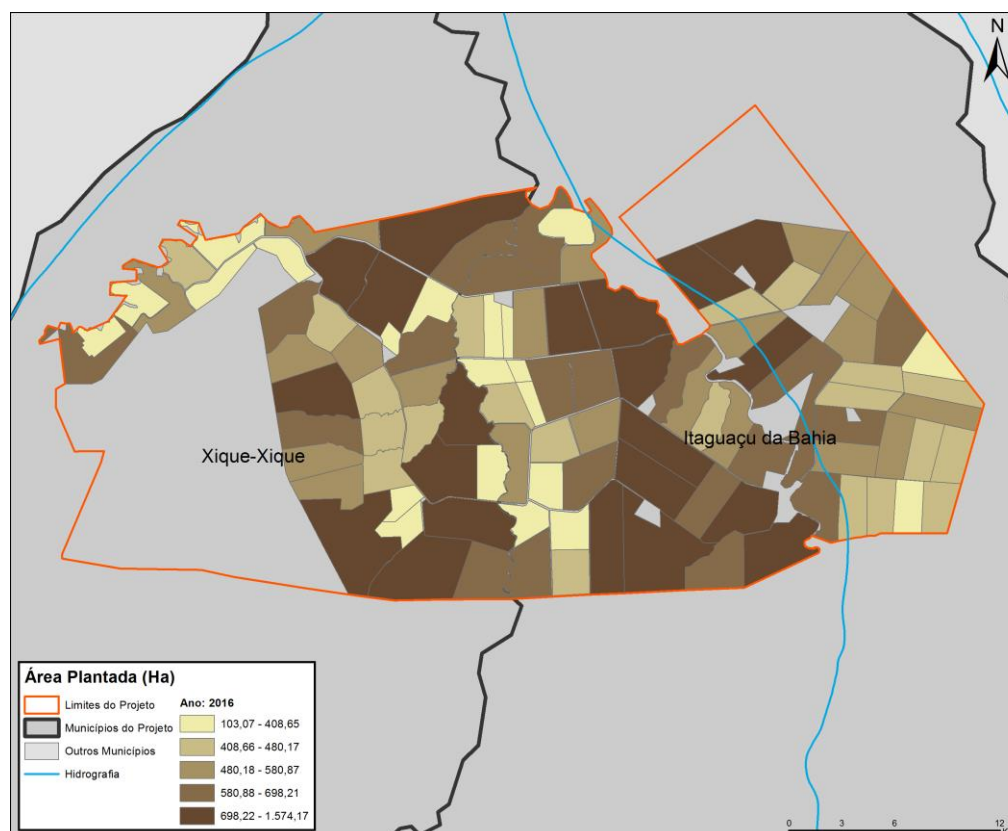


Figura 21 – Área Plantada por Hectare do Projeto Baixio do Irecê, Milho 1 Safra (2016) (Fonte: Elaboração Própria)

Relativo a variável Área Colhida por Hectare (ACH), esta só poderá ser mensurada, conforme recebimento de dados históricos para verificação da relação entre APH e ACH e posterior determinação de um fator de correção. Pode-se usar a relação IC = 1 para os casos que não se conheça a área colhida, devido a ausência de dados.

²⁰ APH = Área Plantada por Hectare Nova

Neste caso:

$$APH = ACH$$

Caso ACH seja de conhecimento, este poderá ser inserido no banco de dados referente a cada lote.²¹ No caso específico desta região, o que pode acontecer em outros locais, principalmente áqueles com novos projetos a serem implatados, não se existe a variável de quantidade produzida em toneladas ou mesmo em sacas. Dessa forma é de praze assumir o coeficiente de Produtividade (IP) para o milho, vinculado ao Estado da Bahia. Nesse caso, o IPT (Índice de Produtividade em Toneladas) para Bahia é de 7,8 (ou 130 sacas/ha) (Vilani, 2015).

Em suma, os processos e lógicas continuam os mesmos, porém é conheco IP e APH e desconhecido QPT. Utilizando o dado estatístico pode-se prever a quantidade produzida em toneladas em uma dada região.²²

Definada as varáveis de Custo e Produtividade, é realizado a estimativa para cada lote, sendo que para o exemplo em questão se torna obvio que será crescente conforme o o valor do lote.^{23,24} O processo se completa calculando-se o valor de rentabilidade bruta.

Para a região do Oeste Bahiano, serão utilizados os parâmetros da **Tabela 10**, para o milho 1 Safra. Os mapas gerados são mostradas nas **Figuras 22, 23 e 24**.

²¹ O Projeto de Irrigação Baixio do Irecê se encontra em fase final de implantação, já possuindo a concessão de uso assinada (CODEVASF, 2016). Por este motivo se tornou adequado a utilização do perímetro para estimativas. Contudo, pela falta de dados históricos para ACH, manteve-se o indicador igual a 1. A partir do momentos que os dados são conhecidos, é necessário apenas o *Join* para o Banco de dados.

²² Conforme citado, o processo se mantem o mesmo, trocando-se apenas a varável utilizada. Para que se atinja essa interpretação do código (escolhendo as variáveis que o usuário possui informação) é realizado a conversão do campo para Opcional, dessa forma, utilizando o trecho correto adequado do código para cada tipo de informação inserida.

²³ Usando-se a função *cursor* presente no pacote *arcpy* pode-se definir valore personalizado para cada lote, refinando-se mais a análise.

²⁴ Recomenda-se a leitura do Capítulo 7 referente as recomendações e sugestões para futuros estudos.

Custo Total (R\$/ha)	3.018,08
Preço Projetado (R\$/sc 60 kg)	31,95

Tabela 10 – Dados de Custo e Venda para o Oeste Bahiano (Fonte: Vilani, 2015)

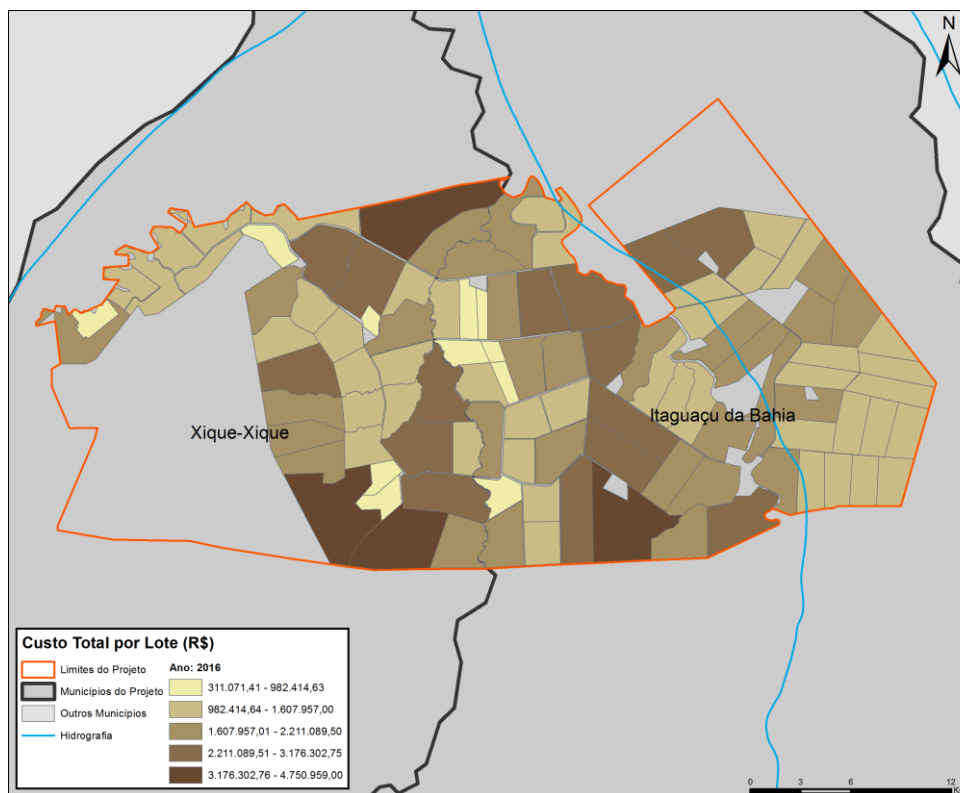


Figura 22 – Custo Total por Lote (IP = 130 sacas/ha), Milho 1 Safra (Fonte: Elaboração Própria)

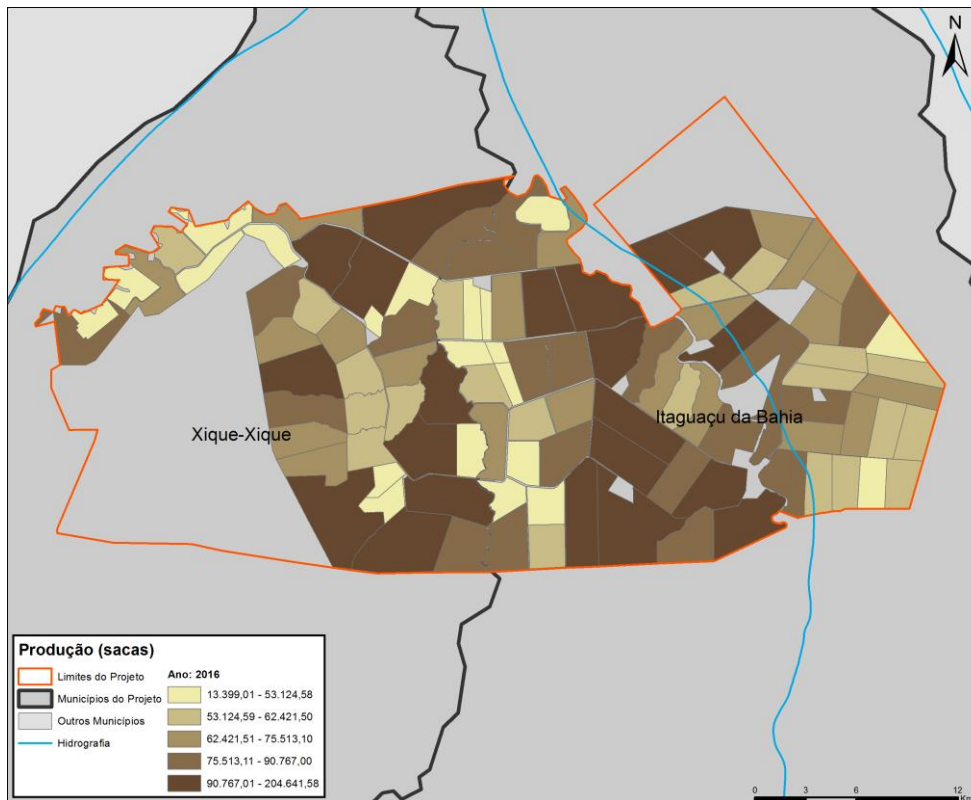


Figura 23 – Quantidade de Sacas Produzidas (QPS), Milho, 1ª Safra (Fonte: Elaboração Própria)

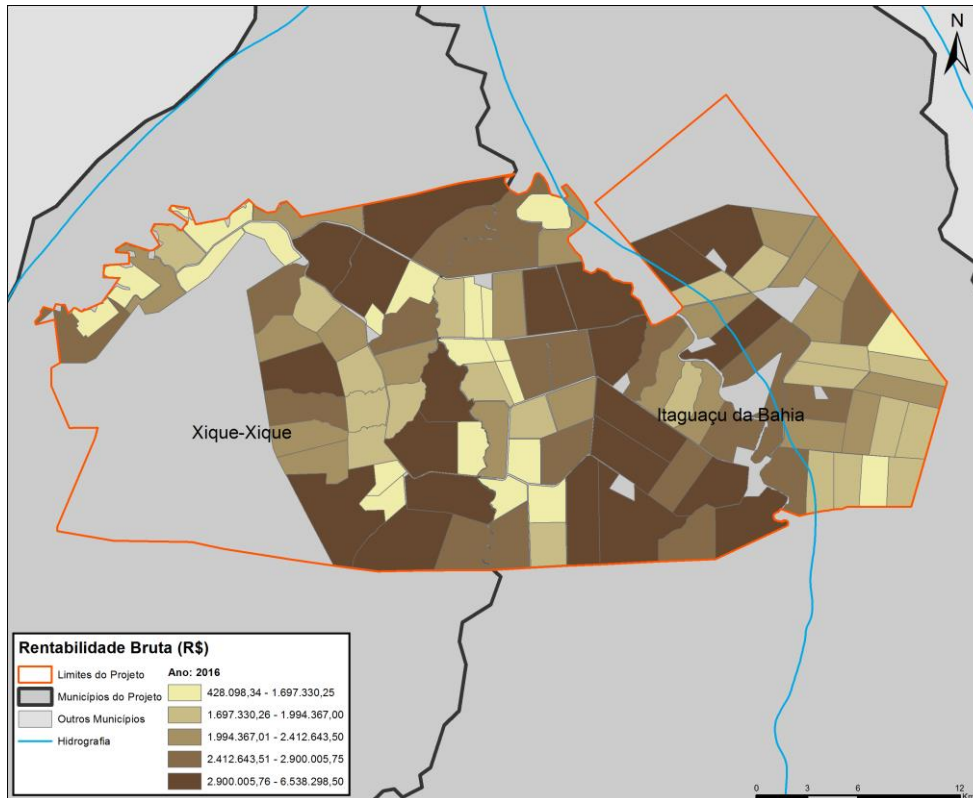


Figura 24 – Rentabilidade Bruta por Lote, Milho 1ª Safra. (Fonte: Elaboração Própria)

Os mapas mostram importantes variáveis de análise, em um perímetro menor, sendo utilizado o script complementar de produção (**ANEXO XXIII**) para os casos que o indicador IP devem ser definidos pelo usuário.

6 CONCLUSÃO

6.1 PRINCIPAIS RESULTADOS

Os SIG oferecem uma vasta gama de eficientes ferramentas, que possibilitam executar tanto tarefas básicas e simples para download de dados, reprojecção em formato de mapas até mesmo operações complexas utilizando programação, estas que podem executar cálculos, rotinas, funções dentre outras diversas opções.

A disseminação fácil e em grande escala da informação vem confirmar esse cenário de grande utilização dos SIG em escala mundial, que trouxe um aumento na tecnologia disponível, seja em softwares pagos como softwares livres. No decorrer desta tese, visou-se demonstrar a utilização da linguagem de programação (Python) através da aplicação das funções e módulos do pacote *arcpy* presente no ArcGIS.

Através de revisão bibliográfica e de um estudo de caso no Perímetro de Irrigação Baixo do Irecê, buscou-se aplicar as funções disponíveis no pacote *arcpy* para programação de scripts customizados que visam facilitar a rotina daqueles que trabalham com dados disponibilizados por agências, empresas e órgãos diversos, tanto em nível macro quanto em localidades mais pontuais. Para o caso macro demonstrado (Brasil), observou-se os municípios e suas escalas de área plantada, colhida, quantidade produzida e também variáveis econômicas como o Custo e Valor de Venda.

Pode-se observar de forma intuitiva e direta as localidades que possuem maior quantidade de área plantada e colhida do Milho (1ª Safra). Além disso, através de dados econômicos de custo e venda, pode-se estimar e representar a rentabilidade de cada município relativo a cultura do milho, utilizada no exemplo. Além das representações espaciais, pode-se criar um Banco de Dados sólido que contempla todos os dados calculados através dos *scripts em Python* escritos para os objetivos propostos.

Utilizando-se os pressupostos da abordagem inicial foi demonstrado de forma detalhada no Perímetro de Irrigação Baixo do Irecê com intuito de demonstrar que

as programações escritas podem ser também utilizadas em áreas menores, sempre respeitando os parâmetros básicos e necessários para boa execução dos programas criados.

As ferramentas dispostas nesta tese visam facilitar a interpretação de dados no ArcGIS para qualquer que seja o produto utilizado, bastando se conhecer os indicadores de Área Plantada, Colhida e Quantidade Produzida. Além disto, pode-se também montar um banco de dados customizado, desde que a estrutura seja adequada aos exemplos mostrados, dessa forma tornando a ferramenta útil para diversos tipos de cenários.

6.2 LIMITAÇÕES

Uma das limitações do modelo diz respeito aos valores calculados de custo e receita, que sempre serão feitos em toda a coluna, pelo fato do código ter sido escrito com base em um modelo relacional de dados. Dessa forma, é recomendado que os cálculos sejam realizados em um estado (ou região dentro de um mesmo estado) por vez (pois cada um possui seu valor de custo e venda associado), dessa forma evitando que sejam aplicados valores indevidos em outras localidades, além daquela que se deseja estudar.

No caso de análises em mais de um estado, recomenda-se o estudo da função *arcpy.da.UpdateCursor*, esta que possibilita ao usuário inserir diferentes valores em cada célula de uma mesma coluna, tornando a análise multi estado mais fiel. Cabendo a implementação nos códigos já existentes nos **Anexos** deste documento.

6.3 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta tese não visa iniciar e fechar um ciclo, mas sim aceder a reflexão sobre a utilização do *Python* no ArcGIS com ênfase em análises agrícolas. Não é objetivo deste, e das maiorias de trabalhos do tipo, o fechamento por completo das questões aqui expostas mas sim que as ideias demonstradas possam servir como fonte de inovação e inspiração para implementações utilizando esta temática ou até mesmo em outras áreas, aproveitando-se a abordagem ou lógicas estabelecidas.

Para isso, foi idealizado este capítulo que visa listar brevemente algumas sugestões e recomendações para áqueles que venham porventura criar interesse em aprimorar os pontos explicitados no decorrer do trabalho.

- i. O escopo inicial foi da utilização de um banco de dados oficial do governo, que visa estabelecer um alto grau de fiabilidade aos dados. Para isso foi estabelecido uma *geodatabase* que contempla os *shapefiles* e tabelas necessárias. Recomenda-se sempre a organização prévia, conforme foi descrito nos capítulos iniciais. Por questões de qualidade e confiabilidade as fontes oficiais são as mais indicadas, porém, os scripts em Python podem ser utilizados para qualquer tipo de dados externo, independente da fonte ou tipo de campo. Em suma, não se restringe apenas a dados brasileiro e do IBGE mas a qualquer outra fonte, desde que se prese a lógica aqui demonstrada.
- ii. As áreas (físicas) de estudo podem ser as mais diversas, e os scripts em *Python* criados devem ser testados a fim que se obtenha validações (além desta aqui apresentada que contempla a Região do Baixio do Irecê) além de reestruturações para as necessidades, a fim que se refine e aprimore os códigos aqui apresentados.
- iii. A melhoria nos códigos deve ser constante em caso de utilização para novos estudos. A melhoria na apresentação e sintaxe são sempre recomendadas, pois cada usuário tem sua forma de escrita e organização de códigos. A estrutura básica, incluindo parâmetros, pode-ser mantida, pois contempla os aspectos básicos para operações espaciais.
- iv. Publicação do *Addin* em portais colaborativos com intuito de divulgar e tornar públicos os códigos, a fim que estes possam ser utilizados e também sofram críticas para melhorias dos códigos implementados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIAN, A. M. (2005). GIS in Agriculture. *Geographic Information Systems ...*, 324–326. Recuperado de <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=BZ7kJZTMSE&oi=fnd&pg=PA324&dq=gis+in+agriculture&ots=Tk-nvrfwI0&sig=zCz4syE43ZvLjaDHYSYCAyqB-bo>
- ALVES, E., & CONTINI, E. (2005). Transformações da agricultura brasileira e pesquisa agropecuária. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 22(1), 37–51. Recuperado de <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8686/4872%5Cnhttps://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8686>
- AN, K., XIE, G., LENG, Y., & XIAO, Y. (2003). Design of farmland gis for precision agriculture. *Chinese Geographical Science*, 13(1), 20–24. <https://doi.org/10.1007/s11769-003-0079-3>
- ARIAS, D., MENDES, P., ABEL, P., SILVA, F., DANIEL, L., CAMPOS, D., ... PEREIRA, V. (2015). Gestão Integrada dos Riscos Agropecuários: Caminhos para uma visão integrada, 1, 78.
- BALRAM, S., DRAGICEVIC, S., & FEICK, R. (2009). Collaborative GIS for spatial decision support and visualization. *Journal of Environmental Management*, 90(6), 1963–1965. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.014>
- BILICH, M. R. (2007). *Ocupação das terras e a qualidade da água na microbacia do ribeirão Mestre D'Armas, Distrito Federal*.
- BUAINAIN, A. M., & GARCIA, J. R. (2015). Polos de irrigação no Nordeste do Brasil. *Confins*, 23. <https://doi.org/10.4000/confins.10031>
- CAI, L., & ZHU, Y. (2015). The Challenges of Data Quality and Data Quality Assessment in the Big Data Era, 1–10.
- CNA, & CEPEA. (2016). Relatório PIBAgro-Brasil.
- CODEVASF. (2014). NOVO - Edital 52-2014- CDRU Baixo de Irece. Brasília: CODEVASF.
- CONAB. ([s.d.]). Metodologia de Cálculo de Custo de Produção da CONAB.
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. (2017). Acompanhamento da Safra

- Brasileira de Grãos. *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos - Monitoramento Agrícola - Safra 2016/2017*, 4(6), 1–174. <https://doi.org/ISSN 2318-6852>
- COSTA, C. C. DA, & GUILHOTO, J. J. M. (2011). Impactos da Agricultura de precisão na Economia Brasileira, *1*, 307–313.
- CRISTINA, R., SOARES, M., ROBERTO, P., & CUNHA, D. (2004). Agronegócio: Influência da Produção Sazonal. *XI Congresso Brasileiro de Custos*.
- CUMBE, R. A., & CANDEIAS, A. L. B. (2014). Uso De Python E Arcgis Na Avaliação Da Acessibilidade Das Populações Rurais Ao Ensino Básico - Caso Do Distrito De Chicualacuala. *V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação*, 330–338.
- DETREKOI, A. (1995). Data Quality in GIS Systems, *39(2)*, 77–84.
- EPAGRI. (2017). Conceitos Básicos.
- ESRI. ([s.d.]). What is ArcPy? Recuperado de <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/arcpy/get-started/what-is-arcpy-.htm>
- ESRI. (2014). ArcGIS Desktop: Release 10.3. *Redlands CA*.
- ESRI. (2017). No Title.
- ETHERINGTON, T. R. (2011). Python based GIS tools for landscape genetics: Visualising genetic relatedness and measuring landscape connectivity. *Methods in Ecology and Evolution*, *2(1)*, 52–55. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00048.x>
- GOVERNO FEDERAL. (2016). *Diário Oficial da União - Seção 1. Diário Oficial da União (Vol. 218)*. Imprensa Nacional.
- IBGE. (2010). IBGE Censo 2010. Recuperado de <http://censo2010.ibge.gov.br/>
- IBGE. (2015). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. <https://doi.org/ISSN 0103-443X>
- IBGE. (2017a). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.
- IBGE. (2017b). Tabela de Código das Áreas. Recuperado 11 de maio de 2017, de <http://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/codigo-de-areas/codigo-de-areas.html>

- LIMA, J. E. F. W., FERREIRA, R. S. A. F., & CHRISTOFIDIS, D. (1999). O uso da irrigação no Brasil. *O uso da irrigação no Brasil, d*, 1–16.
- LONGLEY, P., HIGGS, G., MARTIN, D., LONGLEY, P., & MARTIN, D. (1994). The predictive use of GIS to model property valuations, *8*(2), 217–235.
- MENDAS, A., & DELALI, A. (2012). Integration of MultiCriteria Decision Analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. *Computers and Electronics in Agriculture, 83*, 117–126. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.02.003>
- NAHUM, F., FILHO, C., MERIVAL, C., & ASEVEDO, G. DE. (2015). Perímetro de Irrigação Salitre, *3*, 171–188.
- NATH, S. S., BOLTE, J. P., ROSS, L. G., & AGUILAR-MANJARREZ, J. (2000). Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture. *Aquacultural Engineering, 23*(1–3), 233–278. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(00\)00051-0](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00051-0)
- NEY, M. G., & HOFFMAN, R. (2008). A contribuição das atividades agrícolas e não-agrícolas para a desigualdade de renda no Brasil rural. *Economia Aplicada, 12*(3), 365–393. <https://doi.org/10.1590/S1413-80502008000300002>
- OLUSEYI, F. O. (2002). Table of contents Authors index THE ACCURACY OF DIGITAL MAPS : AN EXAMPLE OF DIGITAL TERRAIN. *Symposium A Quarterly Journal In Modern Foreign Literatures*, 1–11.
- PAINHO, M. (2015). Módulo 1 - A Ciência e os Sistemas de Informação Geográfica, 1–33.
- PARETA, K. (2013). Remote Sensing and GIS based Land and Water Assessment for Sustainable Agricultural Development. New Delhi, India: Photon - International Journal of Agriculture. Recuperado de <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWVpbmFsc3xneDoyMjExYzA4N2JjNTgxYjE3>
- RAHEMULLA, H. (2011). Regional and urban gis: A decision support approach. *Environment and Planning B: Planning and Design, 38*(1), 193–194. <https://doi.org/10.1080/13563475.2010.517293>

- RAMSEY, K. (2009). GIS, modeling, and politics: On the tensions of collaborative decision support. *Journal of Environmental Management*, 90(6), 1972–1980. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.08.029>
- REYTAR, K., HANSON, C., & HENNINGER, N. (2014). Indicators of Sustainable Agriculture: A Scoping Study. *Creating a Sustainable Food Future*, (June), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.05.043>
- RIBEIRO, J., & JESUS, P. DE. (2000). Os Desafios Do Novo Rural E As Pespectivas Da Agricultura Familiar No Brasil, (1).
- SATAPATHY, S. C., GOVARDHAN, A., RAJU, K. S., & MANDAL, J. K. (2015). Emerging ICT for Bridging the Future - Proceedings of the 49th Annual Convention of the Computer Society of India (CSI) Volume 2. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 338, I–IV. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13731-5>
- SCHNEIDER, S., & NIEDERLE, P. A. (2008). Agricultura Familiar e Teoria Social: A Diversidade das Formas Familiares de Produção na Agricultura. *II Simpósio Internacional Savanas Tropicais*, 988–1014. Recuperado de http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio/projeto/palestras/capitulo_32.pdf
- SILVA, M. F. DE O. E., & COSTA, L. M. DA. (2012). A indústria de defensivos agrícolas Agricultura mundial e brasileira. *BNDES Setorial*, 35, 233–276.
- SKIDMORE, A. K., BIJKER, W., SCHMIDT, K., & KUMAR, L. (1997). Use of Remote Sensing and GIS for Sustainable Land Management. *ITC Journal*, 3(4), 302–315. Recuperado de <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/LM/SUSLUP/KeySpeakers/ASkidmore.pdf>
- VILANI, D. (2015). Projeto Baixio do Irecê.
- XUAN, S. (2007). Python for internet GIS applications. *Computing in Science and Engineering*, 9(3), 56–59. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2007.57>
- ZHU, Z., ZHANG, R., & SUN, J. (2009). Research on GIS-based agriculture expert system. In *2009 WRI World Congress on Software Engineering, WCSE 2009* (Vol. 3, p. 252–255). <https://doi.org/10.1109/WCSE.2009.104>

ANEXOS

ANEXO I – EXEMPLO DE TABELAS DE DADOS EXTERNOS ORIGINAL

Tabela 839 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de milho, 1ª e 2ª safras					
Variável - Área plantada (Hectares)					
Cód.	Unidade Territorial	Ano x Produto das lavouras temporárias			
		2003		2004	
		Total	Milho (em grão) - 1ª safra	Total	Milho (em grão) - 1ª safra
1100015	Alta Floresta D'Oeste	6717	6717	7725	7725
1100023	Ariquemes	1000	1000	1600	1600
1100031	Cabixi	2200	2200	2200	2200
1100049	Cacoal	3300	3300	3630	3630
1100056	Cerejeiras	1300	1300	2500	2500
1100064	Colorado do Oeste	3660	3660	4000	4000
1100072	Corumbiara	3000	3000	3500	3500
1100080	Costa Marques	598	598	950	950
1100098	Espigão D'Oeste	1925	1925	2314	2314
1100106	Guajará-Mirim	600	600	760	760
1100114	Jaru	3228	3228	3712	3712
1100122	Ji-Paraná	1720	1720	2150	2150
1100130	Machadinho D'Oeste	3500	3500	4200	4200
1100148	Nova Brasilândia D'Oeste	900	900	1062	1062
1100155	Ouro Preto do Oeste	770	770	924	924
1100189	Pimenta Bueno	865	865	820	820
1100205	Porto Velho	1296	1296	1426	1426
1100254	Presidente Médici	1558	1558	1800	1800
1100262	Rio Crespo	764	764	901	901
1100288	Rolim de Moura	1087	1087	1196	1196
1100296	Santa Luzia D'Oeste	4940	4940	3458	3458
1100304	Vilhena	1000 0	10000	1200 0	12000
1100320	São Miguel do Guaporé	1120	1120	1400	1400
1100338	Nova Mamoré	1464	1464	1610	1610
1100346	Alvorada D'Oeste	3225	3225	2887	2887
1100379	Alto Alegre dos Parecis	3457	3457	4840	4840
1100403	Alto Paraíso	2800	2800	3000	3000

ANEXO II – EXEMPLO DE TABELAS DE DADOS EXTERNOS MODIFICADA

CHAVEIBGE	MUNICIPIO	APH_M1S_ 2003	APH_M1S_ 2004
1100015	Alta Floresta D'Oeste	6717	7725
1100023	Ariquemes	1000	1600
1100031	Cabixi	2200	2200
1100049	Cacoal	3300	3630
1100056	Cerejeiras	1300	2500
1100064	Colorado do Oeste	3660	4000
1100072	Corumbiara	3000	3500
1100080	Costa Marques	598	950
1100098	Espigão D'Oeste	1925	2314
1100106	Guajará-Mirim	600	760
1100114	Jaru	3228	3712
1100122	Ji-Paraná	1720	2150
1100130	Machadinho D'Oeste	3500	4200
1100148	Nova Brasilândia D'Oeste	900	1062
1100155	Ouro Preto do Oeste	770	924
1100189	Pimenta Bueno	865	820
1100205	Porto Velho	1296	1426
1100254	Presidente Médici	1558	1800
1100262	Rio Crespo	764	901
1100288	Rolim de Moura	1087	1196
1100296	Santa Luzia D'Oeste	4940	3458
1100304	Vilhena	10000	12000
1100320	São Miguel do Guaporé	1120	1400
1100338	Nova Mamoré	1464	1610
1100346	Alvorada D'Oeste	3225	2887
1100379	Alto Alegre dos Parecis	3457	4840
1100403	Alto Paraíso	2800	3000

ANEXO III – CONFERECHAVE.PY

```
import arcpy
import pythonaddins

Tabela_Base = arcpy.GetParameterAsText(0)
CampoConfere = arcpy.GetParameterAsText(1)
TipoChave = arcpy.GetParameterAsText(2)
Nome_Campo = arcpy.GetParameterAsText(3)
Tipo_Campo = arcpy.GetParameterAsText(4)
fields = arcpy.ListFields(Tabela_Base)
Saidal = Tabela_Base

arcpy.AddMessage('Tabela de Entrada: '+Tabela_Base)
arcpy.AddMessage('Campo a ser Conferido: '+CampoConfere)

if TipoChave == "Numerico":

    ValidaCampo = sum(field.name == CampoConfere and field.type ==
'Single' for field in fields)

    if ValidaCampo == True:

        arcpy.AddMessage('O campo selecionado possui o tipo
adequado.')

    if not ValidaCampo:

        arcpy.AddField_management(Tabela_Base, Nome_Campo,
Tipo_Campo, "", "", "", "", "NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
        arcpy.AddMessage('Campo '+CampoConfere+' Nao Atende o Tipo
Adequado, Adicionando Novo Campo Chave')
        arcpy.AddMessage("Campo "+Nome_Campo+" Adicionado com
Sucesso!")
        arcpy.AddMessage('Campo: {0}'.format(CampoConfere) +' Sendo
Recalculado...')
        arcpy.CalculateField_management(Saidal, Nome_Campo,
"!{0}!".format(CampoConfere), "PYTHON_9.3", "")
        arcpy.AddMessage('Campo '+Nome_Campo+' Adicionado e
Recalculado com Sucesso!')

elif TipoChave == "Alfabetico" or TipoChave == "Alfanumerico":

    ValidaCampo = sum(field.name == CampoConfere and field.type ==
'String' for field in fields)

    if ValidaCampo == True:

        arcpy.AddMessage('O campo selecionado possui o tipo
adequado.')

    if not ValidaCampo:

        arcpy.AddField_management(Tabela_Base, Nome_Campo,
Tipo_Campo, "", "", "", "", "NULLABLE", "NON_REQUIRED", "")
        arcpy.AddMessage('Campo '+CampoConfere+' Nao Atende o Tipo
Adequado, Adicionando Novo Campo Chave')
        arcpy.AddMessage("Campo "+Nome_Campo+" Adicionado com
Sucesso!")
```

```
        arcpy.AddMessage('Campo: {0}'.format(CampoConfere) +' Sendo
Recalculado...')
        arcpy.CalculateField_management(Saida1, Nome_Campo,
"!{0}!".format(CampoConfere), "PYTHON_9.3", "")
        arcpy.AddMessage('Campo '+Nome_Campo+' Adicionado e
Recalculado com Sucesso!')

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO IV – CONECTARTABELAS.PY

```
import arcpy

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
TabelaE1 = arcpy.GetParameterAsText(1)
TabelaE2 = arcpy.GetParameterAsText(2)
TabelaE3 = arcpy.GetParameterAsText(3)
CampoChave1 = arcpy.GetParameterAsText(4)
CampoSaida = arcpy.GetParameterAsText(5)

arcpy.AddMessage('Iniciando Operacao de Juncao das Tabelas')

if TabelaE2 == "" and TabelaE3 == "":

    arcpy.AddMessage("Tabelas 2 e 3 ausentes. Executando Join com "
+TabelaE1+'.')
    arcpy.JoinField_management(TabelaP1, CampoChave1, TabelaE1,
CampoSaida, "")
    arcpy.AddMessage('Juncao Concluida')

elif TabelaE2 == "":

    arcpy.AddMessage("Tabelas 2 ausente. Executando Join com "
+TabelaE1+" e "+TabelaE3)
    arcpy.JoinField_management(TabelaP1, CampoChave1, TabelaE1,
CampoSaida, "")
    arcpy.JoinField_management(TabelaP1, CampoChave1, TabelaE3,
CampoSaida, "")
    arcpy.AddMessage('Juncao Concluida')

elif TabelaE3 == "":

    arcpy.JoinField_management(TabelaP1, CampoChave1, TabelaE1,
CampoSaida, "")
    arcpy.JoinField_management(TabelaP1, CampoChave1, TabelaE2,
CampoSaida, "")
    arcpy.AddMessage('Juncao Concluida')

elif TabelaE1 != "" and TabelaE2 != "" and TabelaE3 != "":

    arcpy.JoinField_management(TabelaP1, CampoChave1, TabelaE1,
CampoSaida, "")
    arcpy.JoinField_management(TabelaP1, CampoChave1, TabelaE2,
CampoSaida, "")
    arcpy.JoinField_management(TabelaP1, CampoChave1, TabelaE3,
CampoSaida, "")
    arcpy.AddMessage('Juncao Concluida')
```

ANEXO V – PERCAPH.PY

```
import arcpy
import csv
import pythonaddins

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
SiglaProduto = arcpy.GetParameterAsText(3)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\PercAPH.lyr')

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)

arcpy.AddMessage('Calculando Porcentagem de Area Plantada')

if '2002' < Ano < '2016':

    arcpy.AddMessage('Iniciando Calculo para o Ano {}'.format(Ano))
    NovoCampol = 'PercAPH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campol = 'APH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {}'.format(Campol))
    arcpy.AddField_management(TabelaP1, NovoCampol, 'Float')
    arcpy.CalculateField_management(TabelaP1, NovoCampol,
    '(!{0}!/!AreaTotalHec!)*100'.format(Campol), "PYTHON_9.3")
    lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
    lyr.symbology.valueField = NovoCampol
    lyr.symbology.classBreakValues = [0.00, 0.31, 1.06, 2.55, 6.52,
100.0]
    lyr.symbology.classBreakLabels = ['0,00% - 0,31%', '0,31% -
1,06%', '1,06% - 2,55%', '2,55% - 6,52%', '6,52% - 100.0%']

    arcpy.RefreshActiveView()
    arcpy.RefreshTOC()

if Ano < '2003' or Ano > '2015':

    arcpy.AddMessage('O Ano {} informado nao possui Serie Historica
disponivel'.format(Ano))

    arcpy.RefreshActiveView()
    arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO VI – MEDIAMUNICIPALAPH.PY

```
import arcpy
import math

Tabela = arcpy.GetParameterAsText(0)
CampoMedia = arcpy.GetParameterAsText(1)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[0]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\MediaHistorica.lyr')
Campos = [f.name for f in arcpy.ListFields(Tabela, 'APH*')]
cList = range(len(Campos))
CampoMedia.append(CampoMedia)
fieldList = arcpy.ListFields(Tabela)
fieldName = [f.name for f in fieldList]
to_add = [CampoMedia]

for field in to_add:
    if field in fieldName:

        arcpy.AddMessage('Campo: {0} ja existe! Insira um novo nome para
o campo.'.format(CampoMedia))

    if field not in fieldName:

        arcpy.AddMessage('Campo Nao Existente...Criando Novo Campo para
Calculo da Media Municipal.')

        arcpy.AddField_management(Tabela, CampoMedia, 'float')

        with arcpy.da.UpdateCursor(Tabela,Campos) as uCur:
            for uRow in uCur:
                UsedValues = 0
                Accumulator = 0
                for Index in cList:
                    if uRow[Index] != None:
                        if uRow[Index] > 0:
                            Accumulator += uRow[Index]
                            UsedValues += 1
                if UsedValues > 0:
                    uRow[len(Campos)-1] = Accumulator/UsedValues
                    uCur.updateRow(uRow)

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)
lyr.symbology.valueField = CampoMedia

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO VII – SOMAESTADOSAPH.PY

```
import arcpy
import math

Layer = arcpy.GetParameterAsText(0)
Estado = arcpy.GetParameterAsText(1)
Estado1 = Estado.split(";")
Ano = arcpy.GetParameterAsText(2).split(';') #obtem lista de campos
com prefixo APH
mxd = arcpy.mapping.MapDocument("CURRENT")
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "Layers")[0]
Saida = arcpy.GetParameterAsText(3)
stats = []
condit = """"UF" IN ({})" ""
estados = ', '.join(["{}".format(x) for x in Estado1])
estados1 = ', '.join(["{}".format(x) for x in Estado1])
Ano1 = ', '.join(["{}".format(x) for x in Ano])
formateestado = condit.format(estados)

arcpy.AddMessage('Calculando Soma para os Campos (Anos) '+Ano1+'
Referente aos Estados '+estados1)

for lyr in arcpy.mapping.ListLayers(mxd):
    lyr.name = Layer
    lyr.definitionQuery = formateestado

for field in arcpy.ListFields(Layer):
    if field.name in (Ano):
        stats.append([field.name, "SUM"])

arcpy.Statistics_analysis(Layer, Saida, stats, "")
arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO VIII – CLASSAREAPLANTADAPADRAO.PY

```
import arcpy

Tabela = arcpy.GetParameterAsText(0)
Campo = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[IndexL]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
lyrFile =
arcpy.mapping.Layer(r"F:\Agro\Layers\AreaPlantadaHectareAno.lyr")
arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, lyrFile, True)

if lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS":
    lyr.symbology.valueField = Campo

arcpy.mapping.ExportToPDF(mxd, r"F:\Agro\PDF\TesteAgro.pdf")
arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

del mxd, lyrFile
```

ANEXO IX – CLASSAREAPLANTADAPERSONALIZADA.PY

```
import arcpy

mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[0]
Layer1 =
arcpy.mapping.Layer(r"F:\Agro\Layers\AreaPlantadaHectareAno.lyr")
arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)
Tabela1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Estado = arcpy.GetParameterAsText(1).split(';')
breakv1 = float(arcpy.GetParameterAsText(2))
breakv2 = float(arcpy.GetParameterAsText(3))
breakv3 = float(arcpy.GetParameterAsText(4))
breakv4 = float(arcpy.GetParameterAsText(5))
breakv5 = float(arcpy.GetParameterAsText(6))
condicao = """"UF" IN ({}))""""
Estado1 = ', '.join(["{}"].format(x) for x in Estado])
FormatEstado = condicao.format(Estado1)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(7)
Saida = arcpy.GetParameterAsText(8)

for lyr in arcpy.mapping.ListLayers(mxd):
    lyr.name = Layer1
    lyr.definitionQuery = FormatEstado
    arcpy.Statistics_analysis(Tabela1, Saida, [[Ano, "SUM"]], "")

    if lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS":
        lyr.symbology.valueField = Ano
        lyr.symbology.classBreakValues = [breakv1, breakv2, breakv3,
breakv4, breakv5]

arcpy.mapping.ExportToPDF(mxd, r"F:\TesteAgro.pdf")
arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
del mxd, Layer1
```

ANEXO X – PERCACH.PY

```
import arcpy
import csv
import pythonaddins

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
SiglaProduto = arcpy.GetParameterAsText(3)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\PercACH.lyr')

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)

arcpy.AddMessage('Calculando Porcentagem de Area Colhida')

if '2002' < Ano < '2016':

    arcpy.AddMessage('Iniciando Calculo para o Ano {}'.format(Ano))
    NovoCampol = 'PercACH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campol = 'ACH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {}'.format(Campol))
    arcpy.AddField_management(TabelaP1, NovoCampol, 'Float')
    arcpy.CalculateField_management(TabelaP1, NovoCampol,
    '(!{0}!/!AreaTotalHec!)*100'.format(Campol), "PYTHON_9.3")
    lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
    lyr.symbology.valueField = NovoCampol
    lyr.symbology.classBreakValues = [0.00, 0.31, 1.06, 2.55, 6.52,
100.0]
    lyr.symbology.classBreakLabels = ['0,00% - 0,31%', '0,31% -
1,06%', '1,06% - 2,55%', '2,55% - 6,52%', '6,52% - 100.0%']

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

if Ano < '2003' or Ano > '2015':

    arcpy.AddMessage('O Ano {0} informado nao possui Serie Historica
disponivel'.format(Ano))

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XI – MEDIAMUNICIPALACH.PY

```
import arcpy
import math

Tabela = arcpy.GetParameterAsText(0)
CampoMedia = arcpy.GetParameterAsText(1)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[0]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\MediaHistorica.lyr')
Campos = [f.name for f in arcpy.ListFields(Tabela, 'ACH*')]
cList = range(len(Campos))
CampoMedia.append(CampoMedia)
fieldList = arcpy.ListFields(Tabela)
fieldName = [f.name for f in fieldList]
to_add = [CampoMedia]

for field in to_add:
    if field in fieldName:

        arcpy.AddMessage('Campo: {0} ja existe! Insira um novo nome para
o campo.'.format(CampoMedia))

    if field not in fieldName:

        arcpy.AddMessage('Campo Nao Existente...Criando Novo Campo para
Calculo da Media Municipal.')

        arcpy.AddField_management(Tabela, CampoMedia, 'float')

        with arcpy.da.UpdateCursor(Tabela,Campos) as uCur:
            for uRow in uCur:
                UsedValues = 0
                Accumulator = 0
                for Index in cList:
                    if uRow[Index] != None:
                        if uRow[Index] > 0:
                            Accumulator += uRow[Index]
                            UsedValues += 1
                if UsedValues > 0:
                    uRow[len(Campos)-1] = Accumulator/UsedValues
                    uCur.updateRow(uRow)

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)
lyr.symbology.valueField = CampoMedia

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XII – SOMAESTADOSACH.PY

```
import arcpy
import math

Layer = arcpy.GetParameterAsText(0)
Estado = arcpy.GetParameterAsText(1)
Estado1 = Estado.split(";")
Ano = arcpy.GetParameterAsText(2).split(';') #obtem lista de campos
com prefixo ACH
mxd = arcpy.mapping.MapDocument("CURRENT")
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "Layers")[0]
Saida = arcpy.GetParameterAsText(3)
stats = []
condit = """"UF" IN ({})" ""
estados = ','.join(["{}".format(x) for x in Estado1])
estados1 = ','.join(["{}".format(x) for x in Estado1])
Ano1 = ','.join(["{}".format(x) for x in Ano])
formateestado = condit.format(estados)

arcpy.AddMessage('Calculando Soma para os Campos (Anos) '+Ano1+'
Referente aos Estados '+estados1)

for lyr in arcpy.mapping.ListLayers(mxd):
    lyr.name = Layer
    lyr.definitionQuery = formateestado

for field in arcpy.ListFields(Layer):
    if field.name in (Ano):
        stats.append([field.name, "SUM"])

arcpy.Statistics_analysis(Layer, Saida, stats, "")
arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XIII – CLASSAREACOLHIDAPADRAO.PY

```
import arcpy
import os

Tabela = arcpy.GetParameterAsText(0)
Campo = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[IndexL]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
lyrFile =
arcpy.mapping.Layer(r"F:\Agro\Layers\AreaColhidaHectareAno.lyr")
arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, lyrFile, True)

if lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS":
    lyr.symbology.valueField = Campo

arcpy.mapping.ExportToPDF(mxd, r"F:\Agro\PDF\TesteAgro2.pdf")
arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

del mxd, lyrFile
```

ANEXO XIV – CLASSAREACOLHIDAPERSONALIZADA.PY

```
import arcpy
import os

mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[0]
Layer1 =
arcpy.mapping.Layer(r"F:\Agro\Layers\AreaColhidaHectareAno.lyr")
arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)
Tabela1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Estado = arcpy.GetParameterAsText(1).split(';')
breakv1 = float(arcpy.GetParameterAsText(2))
breakv2 = float(arcpy.GetParameterAsText(3))
breakv3 = float(arcpy.GetParameterAsText(4))
breakv4 = float(arcpy.GetParameterAsText(5))
breakv5 = float(arcpy.GetParameterAsText(6))
condicao = """"UF" IN ({})""""
Estado1 = ','.join(["'{}'.format(x) for x in Estado])
FormatEstado = condicao.format(Estado1)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(7)
Saida = arcpy.GetParameterAsText(8)

for lyr in arcpy.mapping.ListLayers(mxd):
    lyr.name = Layer1
    lyr.definitionQuery = FormatEstado
    arcpy.Statistics_analysis(Tabela1, Saida, [[Ano, "SUM"]], "")

    if lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS":
        lyr.symbology.valueField = Ano
        lyr.symbology.classBreakValues = [breakv1, breakv2, breakv3,
breakv4, breakv5]

arcpy.mapping.ExportToPDF(mxd, r"F:\TesteAgro3.pdf")
arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
del mxd, Layer1
```

ANEXO XV – QUANTPRODT.PY

```
import arcpy
import math
import os

Layer = arcpy.GetParameterAsText(0)
Campo = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\QuantProdT.lyr')

lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {0}'.format(Campo))
arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)
lyr.symbology.valueField = Campo
arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XVI – QPAPH.PY

```
import arcpy
import csv
import pythonaddins

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
SiglaProduto = arcpy.GetParameterAsText(3)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\QPAPH.lyr')

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)

arcpy.AddMessage('Calculando a Quantidade Produzida por Hectare de
Area Plantada')

if '2002' < Ano < '2016':

    arcpy.AddMessage('Iniciando Calculo parao Ano {}'.format(Ano))
    NovoCampol = 'QPTAPH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campol = 'QPT_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campol = 'APH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {}'.format(Campol))
    arcpy.AddField_management(TabelaP1, NovoCampol, 'Float')
    arcpy.CalculateField_management(TabelaP1, NovoCampol,
'(!{0}!/!{1}!)'.format(Campol, Campol), "PYTHON_9.3")
    lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
    lyr.symbology.valueField = NovoCampol

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

if Ano < '2003' or Ano > '2015':

    arcpy.AddMessage('O Ano {} informado nao possui dados na serie
historica'.format(Ano))

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XVII – QPACH.PY

```
import arcpy
import csv
import pythonaddins

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
SiglaProduto = arcpy.GetParameterAsText(3)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\QPACH.lyr')

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)

arcpy.AddMessage('Calculando a Quantidade Produzida por Hectare de
Area Colhida')

if '2002' < Ano < '2016':

    arcpy.AddMessage('Iniciando Calculo parao Ano {}'.format(Ano))
    NovoCampol = 'QPTACH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campol = 'QPT_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campol = 'ACH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {}'.format(Campol))
    arcpy.AddField_management(TabelaP1, NovoCampol, 'Float')
    arcpy.CalculateField_management(TabelaP1, NovoCampol,
'(!{0}!/!{1}!)'.format(Campol, Campol), "PYTHON_9.3")
    lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
    lyr.symbology.valueField = NovoCampol

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

if Ano < '2003' or Ano > '2015':

    arcpy.AddMessage('O Ano {} informado nao possui dados na serie
historica'.format(Ano))

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XVIII – IC.PY

```
import arcpy
import csv
import pythonaddins

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
SiglaProduto = arcpy.GetParameterAsText(3)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\IC.lyr')

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)

arcpy.AddMessage('Calculando Indicador de Colheita')

if '2002' < Ano < '2016':

    arcpy.AddMessage('Iniciando Calculo para o Ano {}'.format(Ano))
    NovoCampo1 = 'IC_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campo1 = 'ACH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campo2 = 'APH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {}'.format(Campo1))
    arcpy.AddField_management(TabelaP1, NovoCampo1, 'Float')
    arcpy.CalculateField_management(TabelaP1, NovoCampo1,
    '(!{0}!/!{1}!)'.format(Campo1, Campo2), "PYTHON_9.3")
    lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
    lyr.symbology.valueField = NovoCampo1

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

if Ano < '2003' or Ano > '2015':

    arcpy.AddMessage('O Ano {} informado nao possui dados na serie
historica'.format(Ano))

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XIX – IP.PY

```
import arcpy
import csv
import pythonaddins

#saida em sacas

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
SiglaProduto = arcpy.GetParameterAsText(3)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\IP.lyr')

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)

arcpy.AddMessage('Calculando Indicador de Colheita')

if '2002' < Ano < '2016':

    arcpy.AddMessage('Iniciando Calculo para o Ano {}'.format(Ano))
    NovoCamp1 = 'IP_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Camp1 = 'QPT_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Camp2 = 'APH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {}'.format(Camp1))
    arcpy.AddField_management(TabelaP1, NovoCamp1, 'Float')
    arcpy.CalculateField_management(TabelaP1, NovoCamp1,
'(!({0}*1000)/60!/!{1}!)'.format(float(Camp1), float(Camp2)),
"PYTHON_9.3")
    lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
    lyr.symbology.valueField = NovoCamp1

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

if Ano < '2003' or Ano > '2015':

    arcpy.AddMessage('O Ano {} informado nao possui dados na serie
historica'.format(Ano))

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XX – CT.PY

```
import arcpy
import csv
import pythonaddins

#custo total para uma dada area (APH)

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
SiglaProduto = arcpy.GetParameterAsText(3)
CT = arcpy.GetParameterAsText(4)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\CT.lyr')

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)

arcpy.AddMessage('Calculando Custo Total da Area Plantada (R$)')

if '2002' < Ano < '2016':

    arcpy.AddMessage('Iniciando Calculo para o Ano {}'.format(Ano))
    NovoCamp1 = 'CT_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Camp1 = 'APH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Camp2 = CT
    arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {}'.format(Camp1))
    arcpy.AddField_management(TabelaP1, NovoCamp1, 'Float')
    arcpy.CalculateField_management(TabelaP1, NovoCamp1,
'(!{0}!*!{1}!).format(Camp1,Camp2), "PYTHON_9.3")
    lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
    lyr.symbology.valueField = NovoCamp1

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

if Ano < '2003' or Ano > '2015':

    arcpy.AddMessage('O Ano {} informado nao possui dados na serie
historica'.format(Ano))

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XXI – RB.PY

```
import arcpy
import csv
import pythonaddins

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
SiglaProduto = arcpy.GetParameterAsText(3)
Valor = arcpy.GetParameterAsText(4)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\RB.lyr')

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)

arcpy.AddMessage('Calculando Rentabilidade Bruta da Área Plantada
(R$)')

if '2002' < Ano < '2016':

    arcpy.AddMessage('Iniciando Calculo para o Ano {}'.format(Ano))
    NovoCampo1 = 'RB_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campo1 = 'QPT_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campo2 = Valor
    arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {}'.format(Campo1))
    arcpy.AddField_management(TabelaP1, NovoCampo1, 'Float')
    arcpy.CalculateField_management(TabelaP1, NovoCampo1,
'(!({0}*1000)/60!*!{1}!)'.format(Campo1,Campo2), "PYTHON_9.3")
    lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
    lyr.symbology.valueField = NovoCampo1

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

if Ano < '2003' or Ano > '2015':

    arcpy.AddMessage('O Ano {0} informado nao possui dados na serie
historica'.format(Ano))

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XXII – APHNOVA.PY

```
import arcpy
import csv
import pythonaddins

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
SiglaProduto = arcpy.GetParameterAsText(3)
PorcUtil = arcpy.GetParameterAsText(4)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]

arcpy.AddMessage('Calculando Nova Area Plantada (ha)')

if '2002' < Ano < '2016':

    arcpy.AddMessage('Iniciando Calculo para o Ano {0}'.format(Ano))
    NovoCampo1 = 'APHN_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campo1 = 'APH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campo2 = PorcUtil
    arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {0}'.format(Campo1))
    arcpy.AddField_management(TabelaP1, NovoCampo1, 'Float')
    arcpy.CalculateField_management(TabelaP1, NovoCampo1,
'(!{0}!*!{1}!)'.format(Campo1,Campo2), "PYTHON_9.3")
    lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
    lyr.symbology.valueField = NovoCampo1

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

if Ano < '2003' or Ano > '2015':

    arcpy.AddMessage('O Ano {0} informado nao possui dados na serie
historica'.format(Ano))

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

ANEXO XXIII – PRODUCAO.PY

```
import arcpy
import csv
import pythonaddins

TabelaP1 = arcpy.GetParameterAsText(0)
Ano = arcpy.GetParameterAsText(1)
IndexL = int(arcpy.GetParameterAsText(2))
SiglaProduto = arcpy.GetParameterAsText(3)
IP = arcpy.GetParameterAsText(4)
mxd = arcpy.mapping.MapDocument('CURRENT')
df = arcpy.mapping.ListDataFrames(mxd, "")[0]
lyr = arcpy.mapping.ListLayers(mxd, "", df)[IndexL]
Layer1 = arcpy.mapping.Layer(r'F:\Agro\Layers\Producao.lyr')

arcpy.mapping.UpdateLayer(df, lyr, Layer1, True)

arcpy.AddMessage('Calculando Producao Total (sacas)')

if '2002' < Ano < '2016':

    arcpy.AddMessage('Iniciando Calculo para o Ano {}'.format(Ano))
    NovoCampol = 'QPS_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campol = 'APH_'+SiglaProduto+'_'+Ano
    Campo2 = IP
    arcpy.AddMessage('Campo selecionado: {}'.format(Campo1))
    arcpy.AddField_management(TabelaP1, NovoCampol, 'Float')
    arcpy.CalculateField_management(TabelaP1, NovoCampol,
'(!{0}!*{1}!)'.format(Campo1,Campo2), "PYTHON_9.3")
    lyr.symbologyType == "GRADUATED_COLORS"
    lyr.symbology.valueField = NovoCampol

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()

if Ano < '2003' or Ano > '2015':

    arcpy.AddMessage('O Ano {} informado nao possui dados na serie
historica'.format(Ano))

arcpy.RefreshActiveView()
arcpy.RefreshTOC()
```

C& SIG



UNIGIS PT

