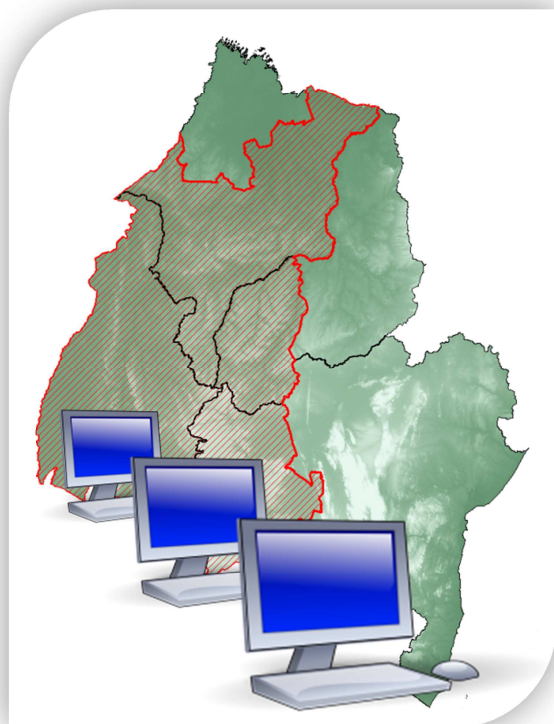




Nota 3

Técnica

Campinas, SP
dezembro, 2014



Sistemas computacionais utilizados na estruturação do SITE MATOPIBA

Carlos Alberto de Carvalho¹
Jaudete Daltio²

¹ Mestre em ciência da computação e analista de TI da Embrapa - GITE.

² Mestre em ciência da computação e analista de TI da Embrapa - GITE.

1. INTRODUÇÃO E MOTIVAÇÃO

A expressão MATOPIBA resulta de um acrônimo criado com as iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. O MATOPIBA caracteriza-se pela expansão de uma fronteira agrícola baseada em tecnologias de alta produtividade, recobrando 31 microrregiões geográficas do IBGE, 337 municípios e representa cerca de 73 milhões de hectares. Ele engloba ainda 324.326 estabelecimentos agrícolas (33.929.100 ha), 46 unidades de conservação (8.334.679 ha), 35 terras indígenas (4.157.189 ha) e 781 assentamentos de reforma agrária e áreas quilombolas (3.033.085 ha) (Miranda *et al*, 2014a).

A qualificação territorial do MATOPIBA requer a integração de fontes e dados originados e disponíveis nos diversos Órgãos Oficiais de Governo. Além dos arquivos vetoriais, tais como divisões territoriais, áreas protegidas e infraestruturas, a contextualização espacial da região requer a utilização de imagens e dados orbitais, obtidos a partir de satélites como *Landsat*, *RapidEye* e *WorldView* dentre outros, o que exige grande capacidade de armazenamento digital. A componente espacial exerce um papel fundamental no processo de integração desses dados, permitindo que eles possam ser combinados para a geração de diversas análises.

Estes dados, uma vez obtidos, precisam ser organizados em algum tipo de estrutura de arquivos e de bancos de dados. Para embasar a organização destes arquivos digitais e das análises derivadas foi implantada uma estrutura de *hardware* e *software* para a construção de um Sistema de Inteligência Territorial Estratégica (SITE) do MATOPIBA.

O objetivo deste documento é apresentar os elementos de *hardware* e as ferramentas computacionais de *software* utilizadas na estruturação do SITE MATOPIBA, enumerando-se também os desafios encontrados e as lições aprendidas.

2. SISTEMA DE INTELIGÊNCIA TERRITORIAL ESTRATÉGICA (SITE)

Este trabalho conceituou um Sistema de Inteligência Territorial Estratégica (SITE) como o conjunto de *softwares*, ferramentas e técnicas que reúne acervos de dados numéricos, iconográficos e cartográficos, integrados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e apoiados em bancos de dados espaciais. O SITE é capaz de gerar análises espaciais (sobreposições, cálculos de áreas, união de feições etc.) e produzir resultados no formato de mapas, apresentações e relatórios. No tocante à cartografia (formatos e sistemas de projeções geográficas), este SITE buscou atender às normativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) (BRASIL, 2008). Finalmente, o SITE é capaz de gerar análises espaciais e disponibilizar os resultados obtidos através de apresentações, mapas, *website* entre outras formas digitais e impressas.

2.1. A CONCEPÇÃO DO SITE COM BASE NAS 5 DIMENSÕES

O universo rural brasileiro é complexo e dinâmico. Tem grande crescimento e dinâmica temporal, além de uma complexidade espacial, constituída de diversos territórios com realidades humanas, sociais, econômicas e históricas muito distintas (Miranda, 2013). Ele possui inúmeras variáveis que o influenciam, tanto de caráter temporal quanto espacial. Algumas dessas variáveis são lentamente modificáveis, como a geologia e o relevo. Outras variam anualmente, como a área plantada e o clima. Existe um conjunto de variáveis de natureza agroecológica e outro conjunto de natureza socioeconômica que condicionam as atividades agrosilvopastoris. Apesar de muitas dessas variáveis serem inseparáveis, elas não são confundíveis.

Por uma razão de coerência teórica e clareza operacional, esse universo rural foi abordado em cinco dimensões, assumindo a existência de sobreposições, interfaces, interseções entre as variáveis e essas dimensões. Essa abordagem vem desde os anos de 1980 (Miranda; Cabral, 1984) e ela tem se mostrado pertinente e

operacional, tanto para compreender as características e processos do meio rural, como para planejar intervenções, ações, projetos, programas e políticas, cujos resultados são passíveis de serem monitorados e avaliados, a partir desse marco referencial e metodológico.

Dada a complexidade agroecológica e socioeconômica e o dinamismo da agropecuária e dos novos investimentos na infraestrutura regional do MATOPIBA, o Grupo de Inteligência Territorial Estratégica – GITE da Embrapa formalizou e aplicou esta abordagem multifatorial o que permitiu a integração e o uso de diversos bancos de dados existentes, articulando, em bases territoriais, informações geocodificadas referentes aos quadros natural, agrário, agrícola, de infraestrutura e socioeconômico (Miranda *et al*, 2014a).

Esta abordagem em cinco dimensões (natural, agrária, agrícola, infraestrutura e socioeconômica) permite uma visualização categorizada do território disponível. O quadro natural mostra os aspectos físicos da região estudada. O quadro agrário mostra como as áreas estão legalmente atribuídas. O quadro agrícola apresenta os elementos da produção agropecuária. O quadro de infraestrutura apresenta rodovias, ferrovias e estruturas logísticas disponíveis na área estudada. O quadro socioeconômico mostra os indicadores de desenvolvimento econômico e humano (PIB³, IDH⁴ etc.).

No SITE do MATOPIBA, estas cinco dimensões são compostas por diversos planos de informação, obtidos nos órgãos responsáveis ou gerados a partir de análises. Essa visão integrada e multifatorial favorece a contextualização e a análise integrada das situações territoriais e a geração de cenários evolutivos. As informações permitem sínteses de contextualização e qualificação territorial.

³ Produto Interno Bruto.

⁴ Índice de Desenvolvimento Humano.

2.2. O SITE DO MATOPIBA

O planejamento territorial do MATOPIBA demanda um Sistema de Inteligência Territorial Estratégica (SITE) capaz de apoiar diversos zoneamentos, diagnósticos e aplicações, bem como a geração e a simulação de cenários em função das agendas, dos interesses e necessidades das instituições públicas e privadas que atuam na região (Miranda *et al*, 2014b).

Foi realizada no GITE, a estruturação de uma base de dados espacial dos quatro Estados, incluindo temas como biomas, infraestruturas, limites estaduais, microrregiões e municípios em ambiente de um sistema de informação geográfica (SIG).

Esses temas foram obtidos a partir das informações do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Sistema de Recuperação Automática do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (SIDRA/IBGE) e da Embrapa/Agrotec, além dos dados de infraestrutura logística do Ministério dos Transportes (MT), Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), da Secretaria do Programa de Aceleração do Crescimento (SEPAC) do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) entre outros (Miranda *et al*, 2014b).

3. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

Os sistemas computacionais utilizados na construção do SITE do MATOPIBA dependem de *hardware* de grande capacidade de armazenamento e de desempenho. Esta estrutura física foi composta de:

- 8 estações Core i5 de 3.4GHz com 16GB de RAM e HD de 1TB
- 2 *Network Storage Server* (NAS) de 18TB
- 1 Impressora *plotter* de 62 polegadas
- 2 Impressoras laser A4
- 3 máquinas virtuais hospedadas no Departamento de Tecnologia da Informação (DTI) da Embrapa para a disponibilização dos dados na Internet.

Na estrutura de *software*, o SITE ficou fortemente apoiado em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizando tanto versões proprietárias quanto opções de softwares livres (GNU, 2014). São eles:

- ESRI ArcGIS for Desktop⁵ – organização dos dados espaciais, análises e geração de mapas e apresentações;
- ERDAS Imagine⁶ – Tratamento e análise de imagens de satélite;
- ENVI⁷ – Tratamento e análise das imagens de satélite;
- Google Earth Pro⁸ – Avaliação por imagens de satélite de áreas de interesse;
- Quantum GIS⁹ - organização dos dados espaciais e análises;
- Postgresql/PostGIS – armazenamento dos dados espaciais;
- Geoserver - servidor de mapas para disponibilização de dados espaciais na internet.

3.1. ORGANIZAÇÃO DA ESTRUTURA DE PASTAS E ARQUIVOS

Os dados espaciais foram obtidos a partir das diversas fontes oficiais dos Governos Federal, Estadual e Municipal. Eles foram categorizados e organizados obedecendo às 5 dimensões propostas – quadro natural, agrário, agrícola, de infraestrutura e socioeconômico (Miranda *et al*, 2014b). A estrutura de pastas foi padronizada nos dispositivos de *Network Storage Server* (NAS).

Devido a origem desses dados (diversas fontes), surgiram complexidades técnicas no seu cruzamento espacial, formatos, escalas e projeções geográficas (INPE, 2011). As versões originais dos dados foram obtidas, categorizadas e armazenadas em uma estrutura de pastas. Aplicou-se um conjunto de regras e

⁵ Disponível em: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop>.

⁶ Disponível em: <http://www.hexagongeospatial.com/products/remote-sensing/erdas-imagine/overview>.

⁷ Disponível em: <http://www.envi.com.br/>.

⁸ Disponível em: <https://www.google.com/work/mapsearch/products/earthpro.html>.

⁹ Disponível em: <http://www.qgis.org/en/site/>.

procedimentos de ajustes de formatos, de nomenclaturas e de projeções, gerando conjuntos padronizados de arquivos, armazenados em pastas de dados trabalhados.

Esta dinâmica de aplicar um conjunto de regras permitiu que, ao surgirem novas versões nas fontes oficiais, o processo de atualização pudesse ser propagado para os dados trabalhados (Figura 1). Estes procedimentos guardaram os mapeamentos entre o arquivo de origem na instituição responsável e o arquivo trabalhado no dispositivo NAS.

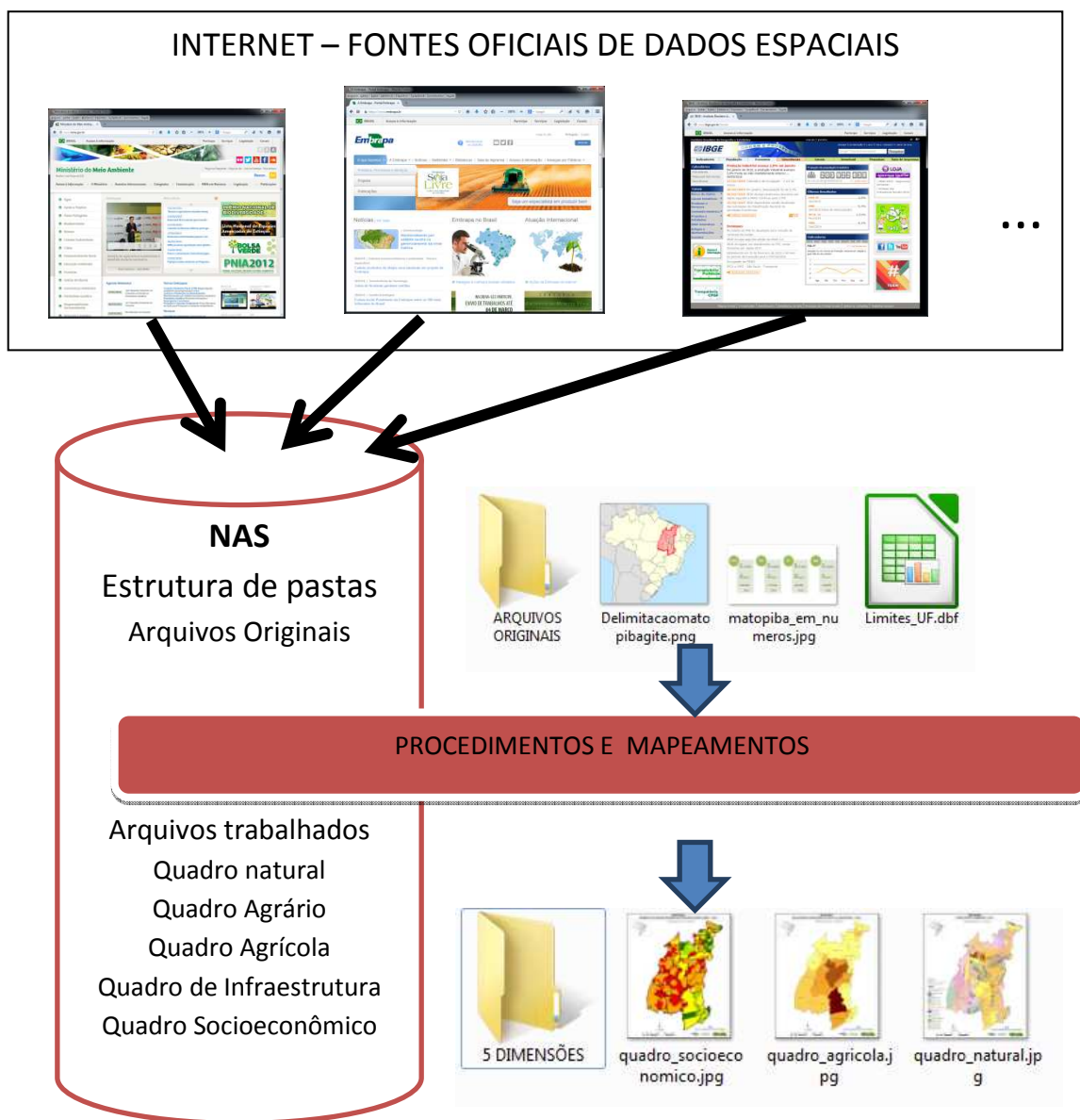


Figura 1: Esquema simplificado da obtenção dos dados espaciais e mapeamento entre dados originais e trabalhados.

3.2. ORGANIZAÇÃO DOS DADOS VETORIAIS

Os dados espaciais vetoriais obtidos recobrem todo o território do Brasil. Para o SITE do MATOPIBA, estes dados vetoriais foram recortados, conforme a delimitação proposta pelo Grupo de Inteligência Territorial Estratégica – GITE (Miranda *et al*, 2014a).

Outros recortes cartográficos interiores à delimitação proposta foram utilizados, conforme a necessidade do tipo de análise. São exemplos:

- Estados, Microrregiões e Municípios;
- Biomas;
- Bacias ou Regiões Hidrográficas.

As análises do Quadro Agrícola são mais facilmente interpretadas utilizando o recorte de microrregião, dada a estabilidade desse tipo de divisão ser maior do que a de municípios, que são divididos e/ou criados com maior frequência, dificultando análises temporais dos dados (EMBRAPA, 2014).

As projeções cartográficas originais dos arquivos foram transformadas para o padrão utilizado pelo IBGE, a Projeção Cônica Equivalente de Albers¹⁰ (IBGE, 2014). Dessa forma, os cruzamentos das informações espaciais tornaram-se mais precisos, após a padronização das projeções.

3.3. ORGANIZAÇÃO DAS IMAGENS DE SATÉLITE

A obtenção das imagens de satélite e de dados orbitais para compor o SITE MATOPIBA foi realizada a partir de diversas fontes, tanto gratuitas quanto adquiridas comercialmente. O histórico de imagens do Satélite *Landsat* cobre o Brasil desde a década de 1980 até os dias de hoje e está disponível gratuitamente na Internet para *download* (USGS, 2014). O *software* Google Earth PRO

¹⁰ Projeção Cônica de Albers, o Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS2000 e o Datum SIRGAS 2000.

disponibiliza a visualização de imagens de alta resolução espacial com seu histórico de datas de aquisição, servindo de base para verificações e localização de alvos de estudo na área do MATOPIBA (GOOGLE, 2014). Um conjunto de imagens do satélite *RapidEye* recobrindo o Brasil está disponível no Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014). Além de todas essas fontes, o GITE possui um acervo de imagens de alta resolução espacial de regiões específicas adquiridas em acordos de cooperação (GITE, 2014).

Estes conjuntos de imagens de satélite foram organizados no dispositivo NAS, em pastas separadas por tipos de satélites e datas de imageamento e área de cobertura. Conforme a necessidade, essas imagens foram utilizadas como plano de fundo na geração de mapas ou para a detecção de padrões, utilizados *softwares* como o Erdas e o ENVI.

3.4. ORGANIZAÇÃO DOS DADOS TABULARES

Os dados tabulares não espacializados, em sua maioria originários da Base Agrotec da Embrapa (EMBRAPA, 2014), são utilizados principalmente para compor o Quadro Agrícola (Garagorry *et al*, 2014). Eles estão em formato de planilhas do Excel (xls) e organizados por Microrregiões do IBGE. São passíveis de espacialização, através do cruzamento dos códigos oficiais do IBGE de microrregião com os arquivos vetoriais, utilizando os softwares de SIG. Algumas análises necessitam da espacialização, mas são mantidas também as versões originais em formato de planilhas Excel. Este formato de planilha é mais fácil e adequado para realizar algumas análises não espaciais, como subtotais e listas.

3.5. ARQUIVOS TRABALHADOS E DERIVADOS DAS ANÁLISES

A maior parte das análises foi realizada com os softwares ESRI *ArcGIS for Desktop* e Quantum GIS. As funções utilizadas com maior frequência foram as de interseção entre os planos de informação (*Intersect*) e de recorte (*Clip*) (ARCGIS, 2014). Estas

funcionalidades permitiram calcular espacialmente áreas de sobreposição entre duas camadas (por exemplo, o tamanho da interseção do estado do Maranhão com o limite do MATOPIBA) e as relações entre os planos dos quadros (por exemplo, quais são os assentamentos contidos na área delimitada pelo MATOPIBA). Conforme o tamanho e complexidade da topologia dos arquivos vetoriais, a forma de armazenamento utilizada para realizar as análises variou entre o formato *shape* (ESRI, 1998) e o formato *geodatabase* (ESRI, 2014).

Estas operações geraram um conjunto de arquivos intermediários das análises de proximidade e sobreposição. Alguns deles puderam ser descartados no processo, mas uma parte foi o resultado da análise, sendo armazenado no dispositivo NAS. De acordo com a sua relação no quadro em que estava inserido (agrário, agrícola etc.), o plano gerado na análise ficou armazenado juntamente com os dados trabalhados de seu respectivo quadro.

As análises foram expressas em arquivos de apresentação (*Slides* do Microsoft Power Point, por exemplo) ou em mapas (Imagens em arquivos PDF, JPG entre outros). Da mesma forma, estes arquivos são organizados pelos seus respectivos quadros em pastas específicas.

Estes arquivos vetoriais, tanto os dados espaciais originais das cinco dimensões quanto aqueles gerados nas análises, foram armazenados em formato *shape*, um formato vetorial comum entre os diversos SIGs (ESRI, 1998). Posteriormente, estes dados foram disponibilizados via protocolos Web (Daltio; Carvalho, 2014). Neste processo, estes arquivos *shape* foram convertidos para o banco de dados espacial PostgreSQL/POSTGIS. Uma vez inseridos no banco de dados espacial, estes dados puderam ser encapsulados por servidores de mapas e disponibilizados via protocolos padrões web para este fim (serviços web WMS, por exemplo), utilizando máquinas virtuais disponíveis na Embrapa. O detalhamento desse processo pode ser visto em Daltio; Carvalho (2014).

A Figura 2 ilustra a estrutura do SITE MATOPIBA desde a obtenção dos dados espaciais até a sua publicação na Internet.

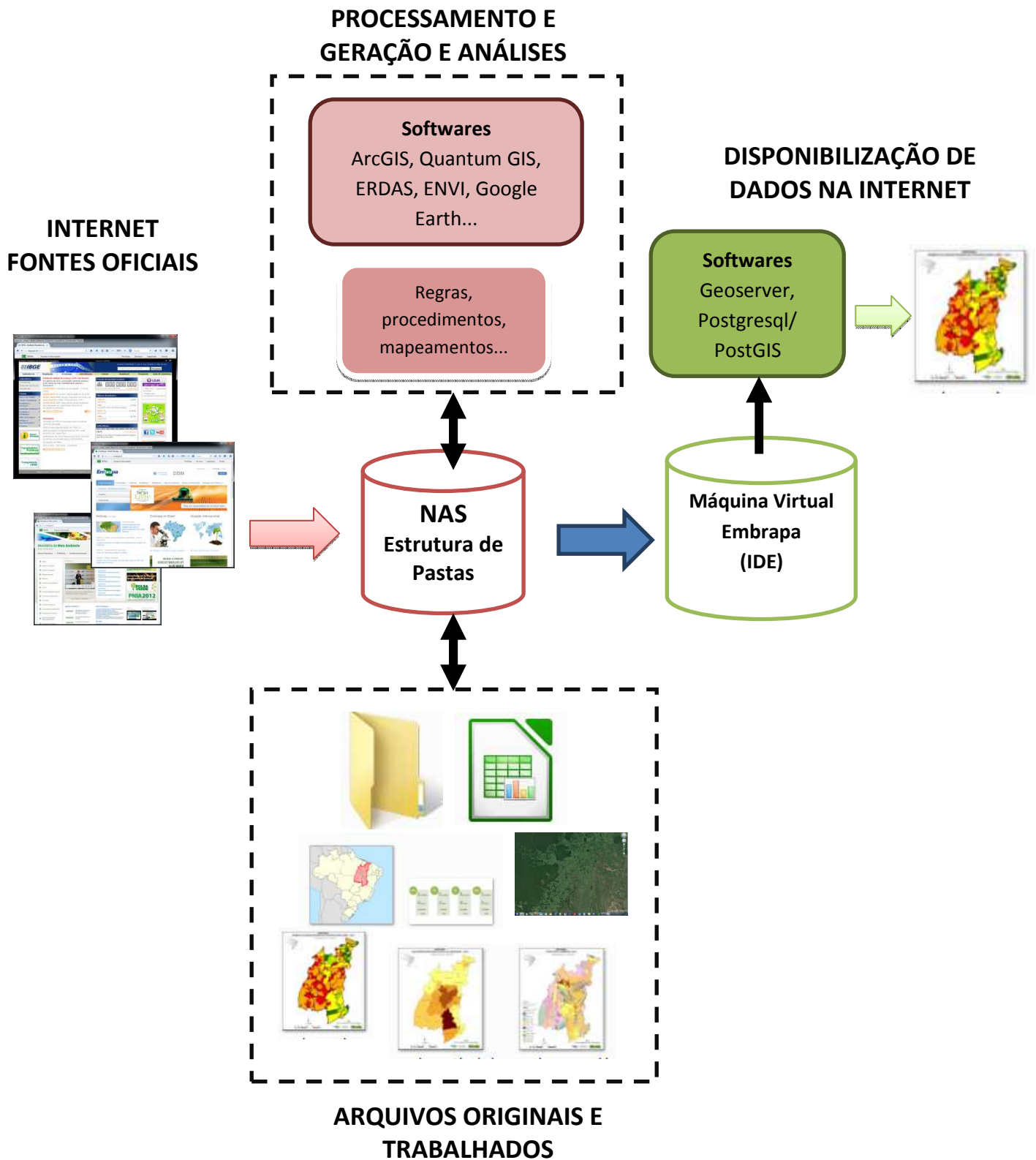


Figura 2: Estrutura de obtenção, organização, análise e disponibilização de dados espaciais para o SITE do MATOPIBA

4. DESAFIOS ENCONTRADOS E LIÇÕES APRENDIDAS

Ao desenvolver o SITE, surgiram diversos desafios. Entre eles estão:

Manter o SITE o mais atualizado possível: Como o SITE foi alimentado por diversas fontes, oferecendo diferentes formatos de arquivos com períodos de atualização distintos (alguns esporádicos, outros regulares), a tarefa não se resumiu apenas em fazer *download* das bases e carregá-las nos dispositivos NAS. Foram estabelecidas regras de períodos de atualização (mensal, semestral, anual) e procedimentos de conversão de formatos de arquivos para ajustar os dados espaciais que estão no SITE com as suas respectivas versões atualizadas.

Padronização das projeções cartográficas: Existe uma diversidade de projeções cartográficas nos dados espaciais obtidos das fontes oficiais (INPE, 2011). Ainda que se faça um grande esforço nos órgãos das esferas governamentais em padronizar sistema de referência para o SIRGAS 2000 (IBGE, 2004), ainda são encontradas fontes com sistemas diferentes, como o SAD69 e WGS84 (IBGE, 2011). Utilizou-se a projeção adotada pelo IBGE (IBGE, 2014) para a realização dos cálculos de áreas.

Convivência com dados tabulares: Sempre que possível, os dados tabulares foram associados a alguma variável espacial (município, microrregião etc.). Mesmo assim, algumas análises como subtotais ou geração de listas e tabelas são mais fáceis de serem executadas com os dados nos formatos tabulares, como as planilhas.

Utilização do dispositivo NAS: o uso de uma estrutura de armazenamento centralizada e em rede permitiu um trabalho sobre os dados espaciais realizado em equipe. A grande capacidade de armazenamento disponível conseguiu acomodar os dados espaciais originais e dados gerados pelas análises. Algumas operações de SIG tiveram melhor desempenho quando executadas diretamente nas estações de trabalho. Nessas situações, as versões finais dos arquivos trabalhados foram carregadas para pastas nos dispositivos NAS.

Uso de arquivos shapes e geodatabases: Ao organizar os dados vetoriais das cinco dimensões percebeu-se uma variedade de tamanhos de arquivo e das quantidades de feições. Existem *shapes* com grande detalhamento em sua topologia (por exemplo, a hidrografia) e outros com grande detalhamento nos atributos (por exemplo, a produção agrícola). Certas operações de interseção e de sobreposição mostraram-se mais rápidas quando foi utilizado o formato de *geodatabase* (ESRI, 2014), principalmente ao utilizar os dispositivos NAS. Os arquivos *shapes* mostraram-se mais adequados para operações realizadas nos discos rígidos das próprias estações de trabalho, enquanto o formato *geodatabase* mostrou-se mais adequado para o trabalho em rede utilizando as pastas nos dispositivos NAS.

Uma base para a IDE do MATOPIBA e disponibilização na Internet: Uma vez organizados e padronizados os dados espaciais, eles serviram tanto para as análises realizadas com os *softwares* de SIG na estrutura de pastas e arquivos dos dispositivos NAS quanto na Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) do MATOPIBA na Web (Daltio; Carvalho, 2014). Apesar dessa duplicação da base de dados espacial em formatos diferentes, foram estabelecidas regras de atualização apenas em um sentido, dos arquivos originais do dispositivo NAS para o banco de dados espacial Postgresql/PostGIS hospedado nas máquinas virtuais do Departamento de Tecnologia da Informação da Embrapa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção do SITE do MATOPIBA envolveu a utilização de um conjunto de ferramentas de *software* e *hardware* para armazenar, organizar e analisar um grande número de planos de informação e imagens de satélite, divididos nas cinco dimensões dos quadros natural, agrário, agrícola, de infraestrutura e socioeconômico.

Estas ferramentas foram adaptadas e ajustadas para servirem de base na geração de análises de contexto territorial para o MATOPIBA. Conviveram soluções de *software* livre (Quantum GIS, Postgresql/PostGIS etc.) com *softwares* proprietários (ArcGIS, ENVI

etc.), sempre procurando as facilidades de utilização conforme cada situação. *Hardware* de grande capacidade de armazenamento e de processamento se mostrou fundamental na construção do SITE.

Algumas dificuldades encontradas na construção do SITE conseguiram ser superadas, como minimizar a duplicação de dados com a utilização do NAS e a padronização as projeções cartográficas. Outras ainda estão em processo de melhorias, como questões de desempenho no uso da rede local e *geodatabases*. Permanecem questões de convivência e ajustes, como a obtenção dos dados espaciais a partir de diferentes fontes e as análises com dados tabulares.

Ainda que o objetivo principal do SITE foi de servir como base para as análises territoriais do MATOPIBA, o desenvolvimento computacional desse sistema permitiu procurar, testar e consolidar no GITE – Embrapa novas soluções de *hardware* e *software* para o trabalho com a informação espacial.

Campinas, Dezembro de 2014.

6. PRINCIPAIS FONTES DE INFORMAÇÕES UTILIZADAS

ARCGIS. 2014. ArcGIS Help: An overview of the Analysis toolbox.

Disponível em:

<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//0008000000002000000>.

BRASIL. Decreto-lei nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo Federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo. Brasília, DF, 28 de nov. 2008. Seção 1, p. 57.

DALTIO, J.; Carvalho, C. A. de. 2014. Infraestrutura de Dados Espaciais do MATOPIBA. Disponível em:

https://www.embrapa.br/gite/publicacoes/NT4_IDEMatopiba.pdf.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2014. *In* GARAGORRY CASSALES, F. L. *et al.* Estatística Agrícola.

Embrapa/Agrotec. Disponível em

<http://www22.sede.embrapa.br/web/sge01/estatisticaagricola/index.html>.

ESRI. ArcGIS Geodatabases. 2014. Disponível em:

http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/What_is_a_geodatabase/003n00000001000000/.

ESRI. ESRI Shapefile Technical Description. 1998. Disponível em:

<http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>

GARAGORRY, F. L. C.; Miranda, E. E; Magalhães, L. A. MATOPIBA: Quadro Agrícola. 2014. Disponível em:

https://www.embrapa.br/gite/publicacoes/NT7_Matopiba_Quadro_Agricola.pdf.

GITE. Grupo de Inteligência Territorial Estratégica – Acordos, Contratos e Parcerias. Disponível em

<https://www.embrapa.br/gite/projetos/index.html>.

GOOGLE. Google Earth PRO. 2014. Disponível em:

<https://www.google.com/work/mapsearch/products/earthpro.html>

GNU. O que é o software livre? 2014. Disponível em:

<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.pt-br.html>.

IBGE. Área Territorial Brasileira. 2014. Disponível em:

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_a_rea.shtm.

IBGE. Projeto SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. 2004. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sirgas/principal.htm>.

IBGE. Sistemas de Referência. 2011. Disponível em:

ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/sisref_2.pdf

INPE. Conceitos de Cartografia. 2011. Disponível em:

http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/Alpes_Cartografia.pdf

MIRANDA, E. E. de.; Magalhães, L. A.; Carvalho, C. A. de. 2014a.

Proposta de Delimitação Territorial do MATOPIBA. Disponível em:

https://www.embrapa.br/gite/publicacoes/NT1_DelimitacaoMatopiba.pdf.

MIRANDA, E. E. de.; Magalhães, L. A.; Carvalho, C. A. de. 2014b.

Um Sistema de Inteligência Territorial Estratégica Para o

MATOPIBA. Disponível em:

https://www.embrapa.br/gite/publicacoes/NT2_SITEMatopiba.pdf.

MIRANDA, E. E. de. Agricultura no Brasil do Século XXI. 2013. São Paulo: Metalivros. 295p.

MIRANDA, E. E. de; CABRAL, J. R. F. 1984. Municípios rurais e urbanização (Região Nordeste da Bahia). Salvador - BA: EMATER-BA/EMBRAPA-CPATSA (Documentos).

MMA. GeoCatálogo. 2014. Disponível em:

<http://geocatalogo.ibama.gov.br/>.

USGS. Earth Explorer Landsat Mission. 2014. Disponível em:

<http://earthexplorer.usgs.gov/> .