



## Workflow BIM: Colaboração do Autodesk Infrastructure Design Suite para grandes empresas

Tiago Antonio Azevedo Garlipp

Desenvolvimento do workflow para integração e organização entre equipes de diferentes disciplinas dentro da engenharia usando AutoCAD Civil 3D, Autodesk Storm and Sanitary Analysis, Autodesk Vehicle Tracking e Module Geotechnical.

### Objetivo de aprendizado

Ao final desta palestra você terá condições de:

- Como coordenar, organizar e intercomunicar equipes e disciplinas
- Entender o workflow
- Importância e utilização das soluções da Suite de Infraestrutura
- Como praticar o workflow em um projeto básico
- Vantagens e desafios

### Sobre o Palestrante

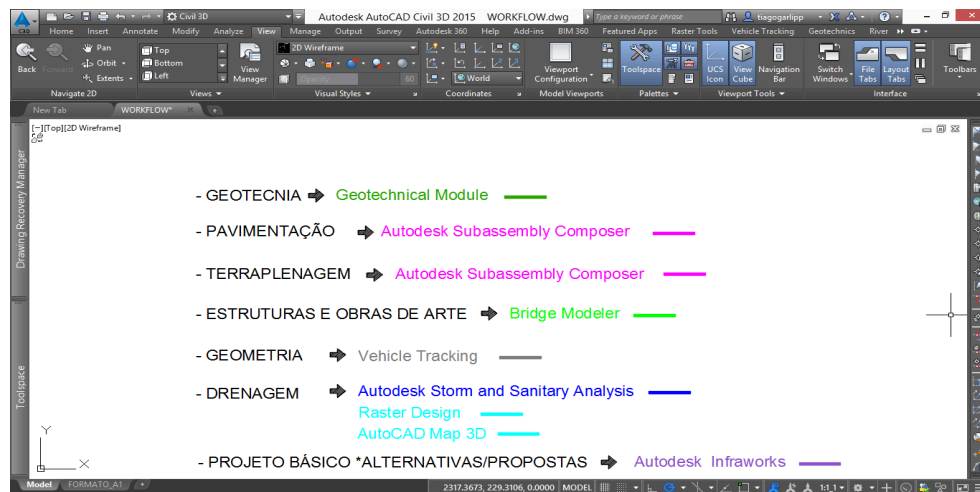
*Tiago Antonio Azevedo Garlipp é Engenheiro Ambiental formado pela Pontifícia Universidade de Campinas (PUC) em 2010. Trabalhou com Geoprocessamento na Embrapa Monitoramento por Satélite. Ministrou treinamentos na Tecgraf (ATC - Authorized Training Center) na parte de Infra-estrutura e Geoprocessamento. Participou da implantação do Autodesk Civil 3D no escritório de Arquitetura (ARM) com o treinamento dos profissionais, elaboração de memoriais descritivos de lotes e matrículas, além de desenvolvimento de projetos urbanísticos e templates.*

*Após isso, foi projetista de terraplenagem e drenagem pluvial para loteamentos planejados na ACERT Projetos de Engenharia Ltda.*

*Atualmente mantém um site ([www.garlipp.blogspot.com](http://www.garlipp.blogspot.com)) que contempla diversos assuntos voltados ao Autodesk Civil 3D com aplicação nos projetos de infra-estrutura, onde disponibiliza também cursos em vídeo-aulas, online e presencial. Seu atual cargo: diretor técnico na PROSPECAD Projetos e Treinamentos onde é proprietário e desenvolve projetos de terraplenagem e drenagem para loteamentos e rodovias, conduz cursos e consultorias em soluções BIM e CAD com ênfase em aplicações de projetos da área. Colaborador da comunidade de usuários Autodesk Brasil em AutoCAD Civil 3D e Infraworks. Possui certificação profissional e associada em AutoCAD Civil 3D 2013 e Certificação Specialist BIM - Road and Highway Solutions. Palestrante Autodesk University Brazil 2014 (Sessão "Dicas e Truques"). Notoriedade na competição Autodesk Excellence In Infrastructure Awards 2013 e 2014. Autodesk Expert Elite. Palestrante da AU 2014.*

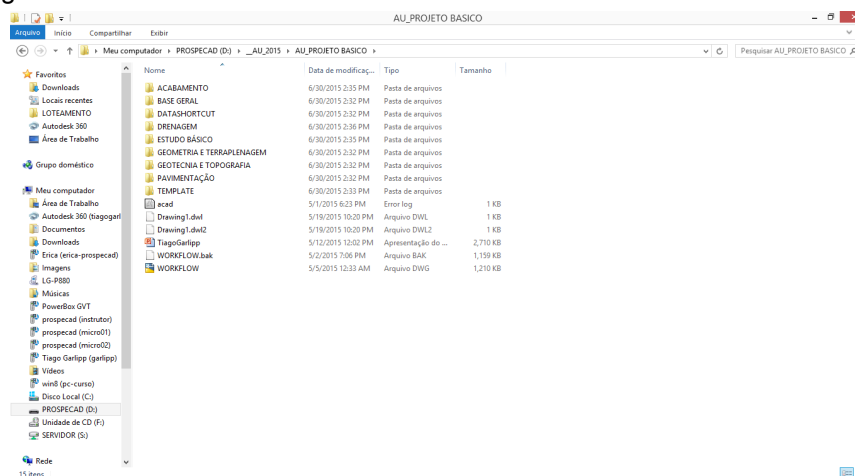
### Como coordenar, organizar e intercomunicar equipes e disciplinas

As equipes de engenharia de infraestrutura envolvidas em um processo de implantação padrão para obras lineares da ProspeCAD Projetos e Treinamentos com as soluções correspondentes da Suite são as seguintes:



Além de Topografia e acabamento que podem utilizar apenas o AutoCAD Civil 3D.

As pastas relacionadas para a organização de arquivos e das equipes dentro de um mesmo projeto piloto são as seguintes:

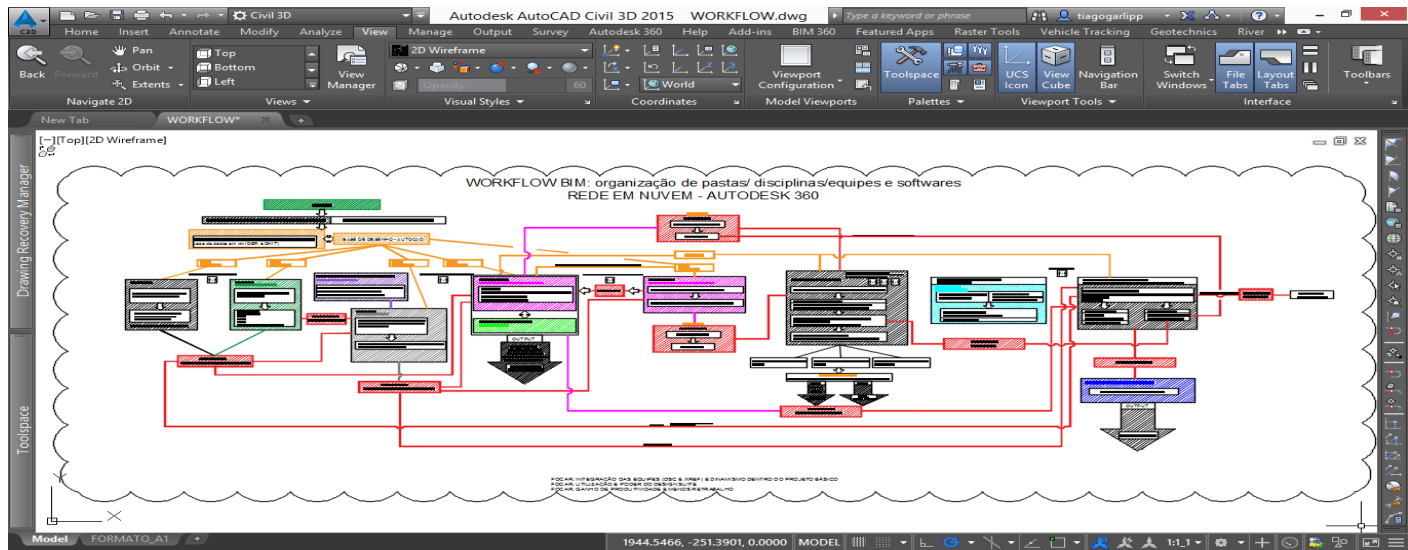


Cada pasta tem seus arquivos correspondentes onde cada membro de cada equipe deve armazenar seus arquivos principais.

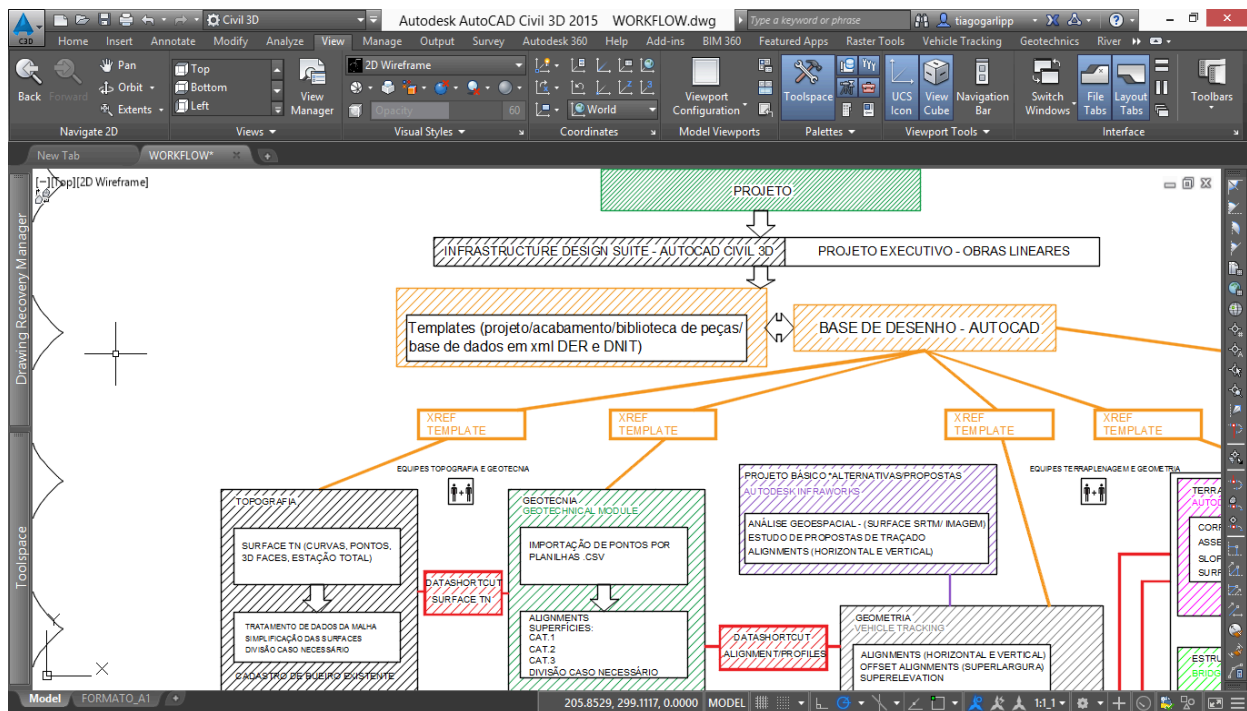
Na próxima etapa analisaremos como cada profissional deve salvar, receber e direcionar arquivos produzidos na sua etapa em relação à outros membros de outras disciplinas em rede dentro do workflow BIM.

## Workflow

Todo o fluxo do processo é mostrado à seguir:



A principal ideia é o compartilhamento de arquivos produzidos em cada etapa por Datashortcut. Para iniciar, deve-se usar uma BASE DE DESENHO em 2D como Xref (comando do AutoCAD) juntamente com a template padrão (.dwt) para aquele estudo.



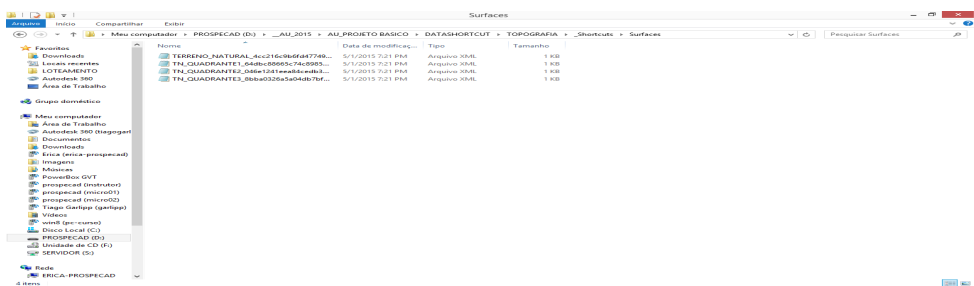
As templates e base 2D são utilizadas como base de cada disciplina.

Além disso dentro do workflow são usados vários recursos para reduzir o tamanho do arquivo somado ao Datashortcut e distribuição de arquivos por disciplinas como por exemplo simplificação e divisão de surfaces para topografia em relação ao intervalo de estacas correspondente ao número de seções automáticas que o Civil 3D permite gerar.

The screenshot shows a Windows File Explorer window titled 'DATASHORTECUT'. The address bar indicates the current location is 'Meu computador > PROSPERAD (D:) > \_ANL2015 > ALP/PROJETO BASICO > DATASHORTECUT'. The left sidebar shows the navigation pane with 'Meu computador' expanded. The main area displays a list of folders and files. The folders include 'GEOMETRIA', 'GEOLOGIA', 'LOTAMENTO', 'Autodesk 360', 'TERRAPLENAGEM', and 'TOPOGRAFIA'. The files are '6/30/2015 2:32 PM4', '6/30/2015 2:32 PM4', '6/30/2015 2:32 PM4', and '6/30/2015 2:32 PM4'. The status bar at the bottom shows '4 items'.

The screenshot shows a Windows File Explorer window titled 'Surfaces'. The left sidebar has 'Computer' and 'Favorites' sections. Under 'Computer', 'Surfaces' is selected. Under 'Favorites', 'Surfaces' is also selected. The main pane shows a list of files and folders. The right pane shows the 'Details' view for the selected 'Surfaces' folder. The details view displays a table of files with columns for Name, Date of modification, Type, and Size.

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
CAT_1_Autodesk360Autodesk360.dwg	5/2/2015 12:00 PM	Autodesk DXF	1 KB
CAT_1_2329a581507476095976a0209959e	5/2/2015 12:00 PM	Autodesk DXF	1 KB
RDXCA_FIRAL_475389a8319da4a22e	5/2/2015 12:00 PM	Autodesk DXF	1 KB

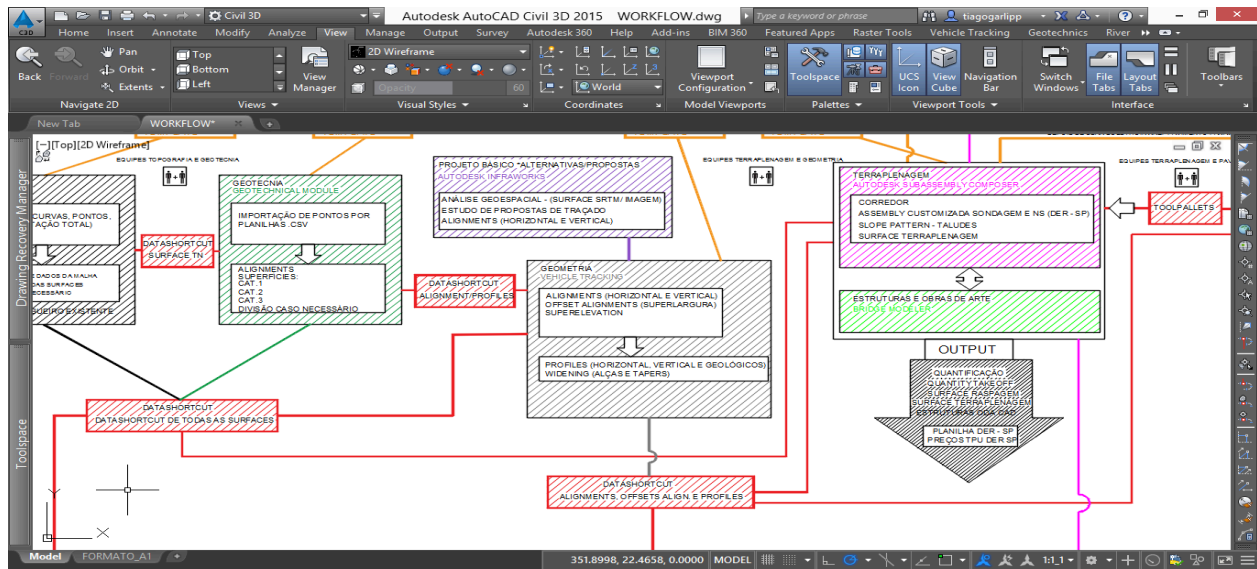


The screenshot shows a software interface with a dark top bar containing various icons and a menu. The main area is divided into two panes. The left pane, titled 'TAREFAS DE ENCOMENDA', contains a list of tasks:

- SINCRONIZAÇÃO POR REDE (DATASHORTCUT)
- XREF
- ENTREGAS
- QUANTIFICAÇÃO
- REAJUSTES
- FRANÇAS
- CÁLCULOS

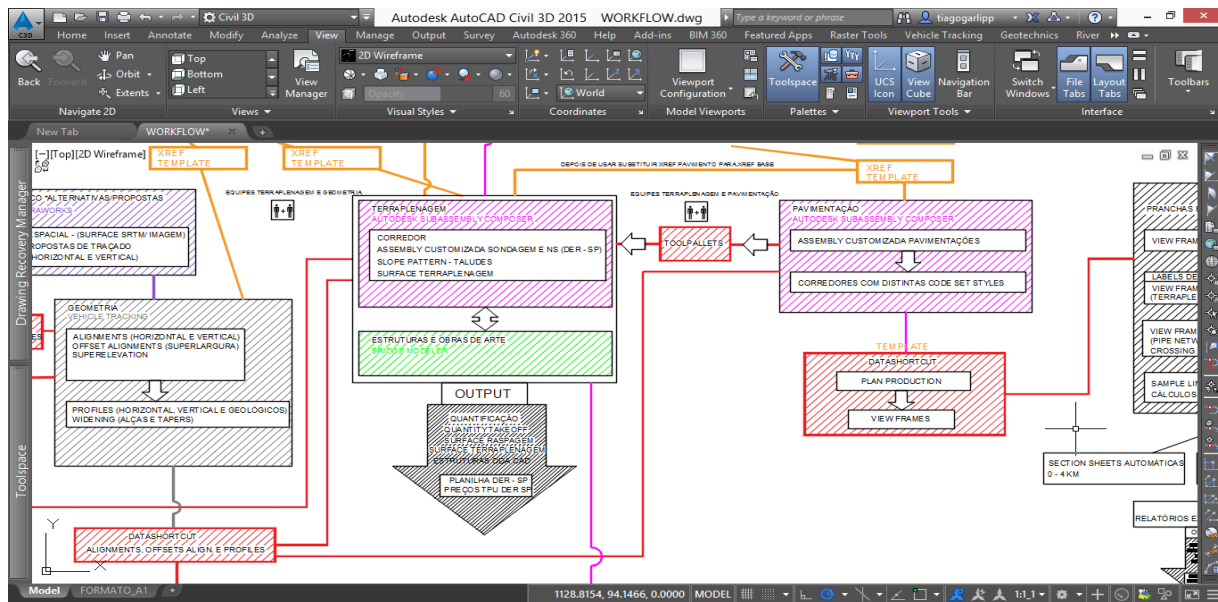
The right pane displays a diagram of a building with a central vertical line and a horizontal line intersecting it, representing a structural or spatial layout.

## Workflow BIM: Colaboração do Autodesk Infrastructure Design Suite para grandes empresas



A equipe de geometria pode receber as mesmas surfaces e alignments das etapas de topografia e geotecnia para reaproveitamento e assim produzir seus arquivos (perfis horizontal, vertical e geológicos, offsets alignments para superlargura, alinhamento horizontal com superelevação pré-calculada e widening para alças e tappers) além de sincroniza-los para acabamento, drenagem e terraplenagem.

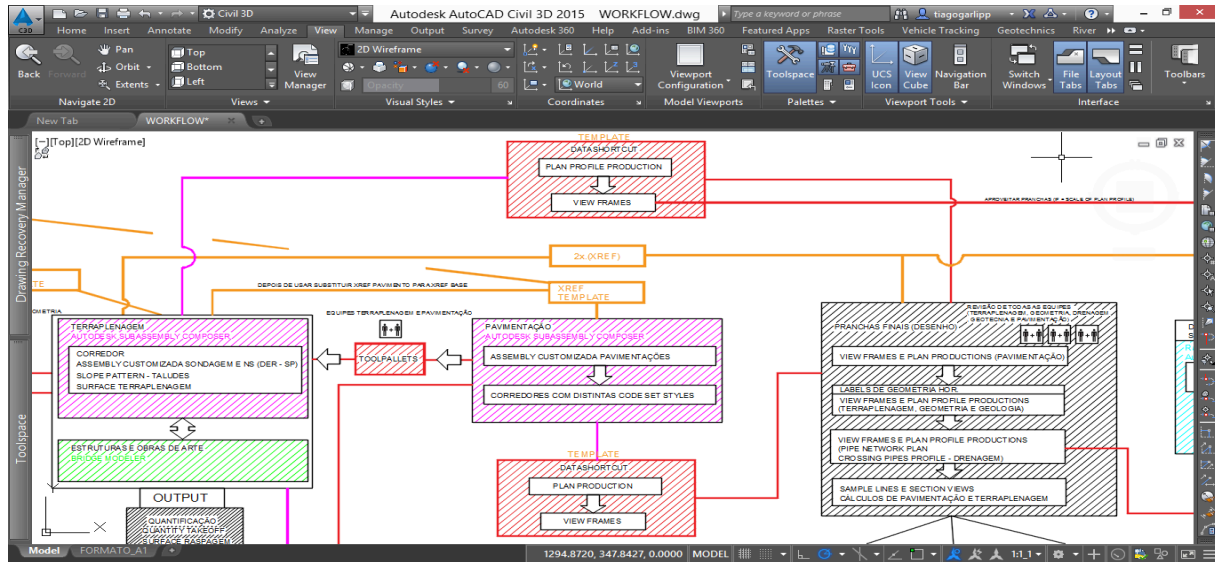
A equipe de terraplenagem pode receber as surfaces incluindo categorias dos solos das equipes de Topografia e Geotecnia, além de receber alinhamentos horizontais, offsets e perfis já gerados na etapa de Geometria gerando seus arquivos (surface terraplenagem) e sincroniza-los para acabamento e drenagem.



A equipe de Pavimentação destinará as seções tipo (assemblies) com o lançamento da espessura de pavimento e situação conforme dimensionamento para para a etapa de Terraplenagem. A equipe de

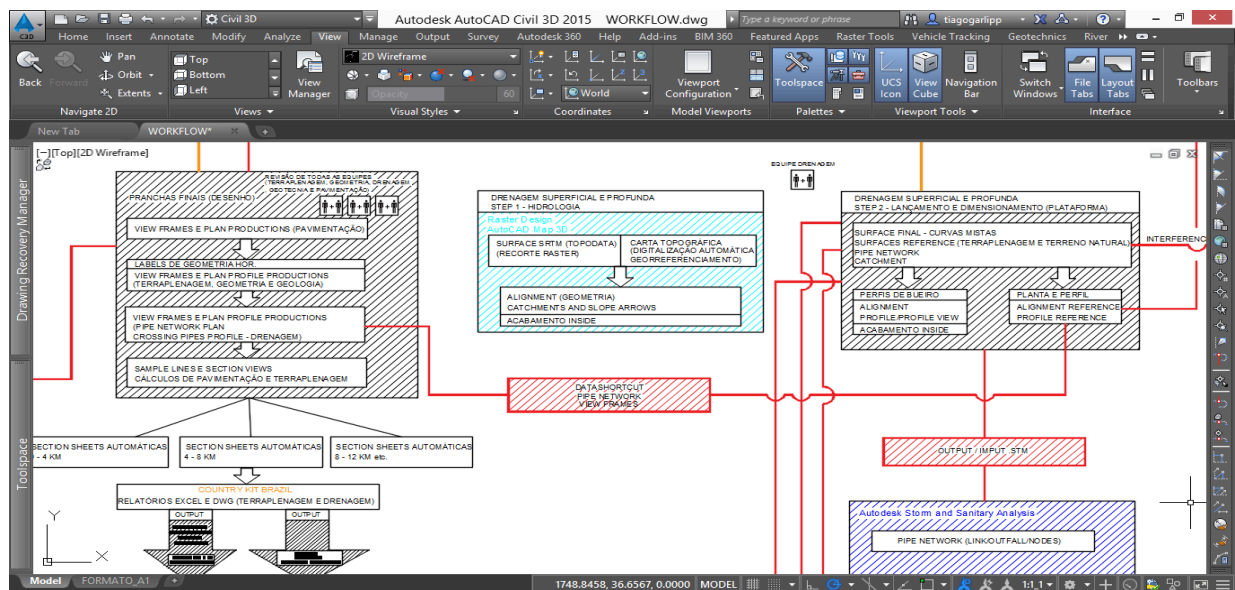


terraplenagem pode usar como complemento seções tipo específicas de taludes customizadas no Autodesk Subassembly Composer.

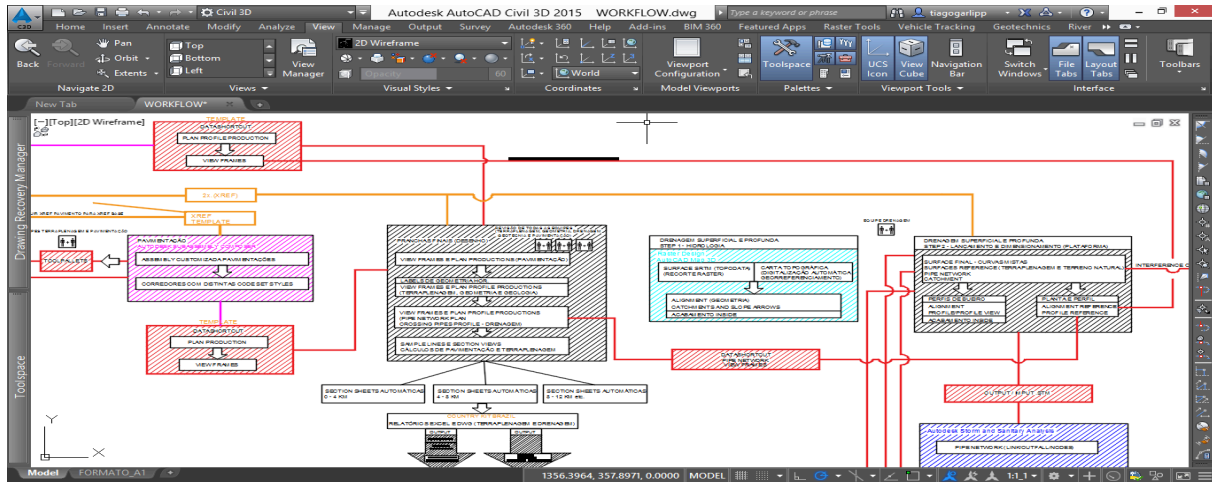


As equipes de pavimentação e terraplenagem podem ser responsáveis por disponibilizar as pranchas (Planta e Perfil ou somente Planta) para acabamento por View Frames. Obs: As Notas de Serviço automáticas e cálculos de volumetria incluindo categoria dos solos podem ser feitas pelo desenhista uma vez que o recurso Plan Production em conjunto com View Frames na condição de Referência Externa utiliza as informações do Corredor para produzir estes dados.

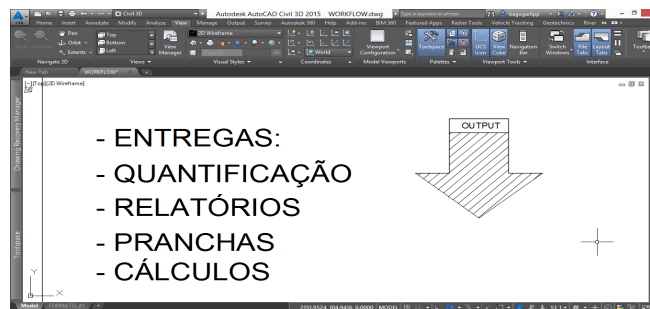
Por View Frames é possível que a equipe de drenagem consiga direcionar as pranchas de acabamento para a equipe de desenho com as pipe networks já em Shortcut e dimensionadas pelo SSA. Esta mesma equipe receberá alinhamentos e perfis da equipe de geometria através das View Frames criadas na etapa de Terraplenagem, além de reaproveitar as surfaces (Terreno natural e terraplenagem) da etapa de Topografia e Terraplenagem para criação da surface final, como mostrado nas figuras abaixo.

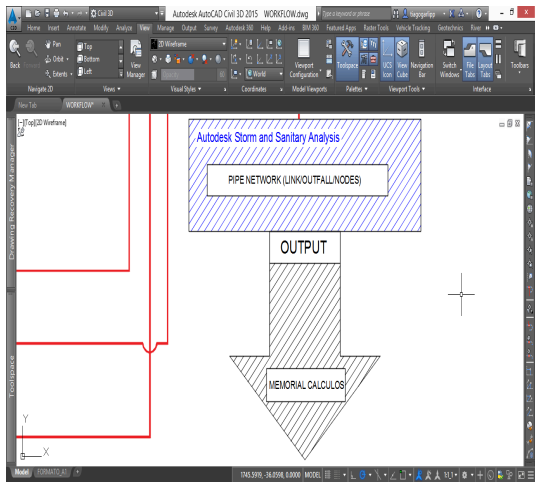


## Workflow BIM: Colaboração do Autodesk Infrastructure Design Suite para grandes empresas



O output, ou seja, a entrega de dados finais de projeto para o cliente, incluindo relatórios padrão DER em TPU, planilhas orçamentárias de preços unitários que o órgão governamental “ Departamento de Estradas e Rodagem” solicita é possível gerar a partir do Country Kit Brazil. Através do Quantity Takeoff podemos gerar estes dados para as principais disciplinas, além de memoriais de cálculos de drenagem vindos do Autodesk Storm and Sanitary Analysis e relatórios geométricos para posteriormente serem concluídos em outras ferramentas.





O AutoCAD Civil 3D possui diversas extensões na Suíte de Infraestrutura, sendo o produto mais completo o Autodesk Infrastructure Design Suite Ultimate. Todos funcionam como um otimizador de processo dentro de cada área de atuação e também podem ser complementares do AutoCAD Civil 3D. Dentre todos os descritos abaixo podemos destacar:

**- Geotechnical Module (Subscription):**

(com informações de identificação do furo, coordenadas, nível ou cota da surface e profundidade final, além de outras informações complementares)



## Workflow BIM: Colaboração do Autodesk Infrastructure Design Suite para grandes empresas

LocationID	Location	Easting	Northing	GroundE	FinalDepth	Orientation	Inclination
BH101	CP	524706.2	896763.9	182.86	15		
BH102	CP	524748	896768	171.7	15		
BH103	CP	524821.1	896775	196.9	15		
BH104	CP	524729.3	896718	174.36	15		
BH105	CP	524811.2	896763	193.34	16		
BH106	CP	524844	896751	168.35	16		
BH107	CP	524863.3	896763	197.18	17		
BH108	CP	524823.5	896764	184.22	15		
BH109	CP	524200	896734	195.97	15		
BH110	CP	524318.9	896737	192.22	15.25		

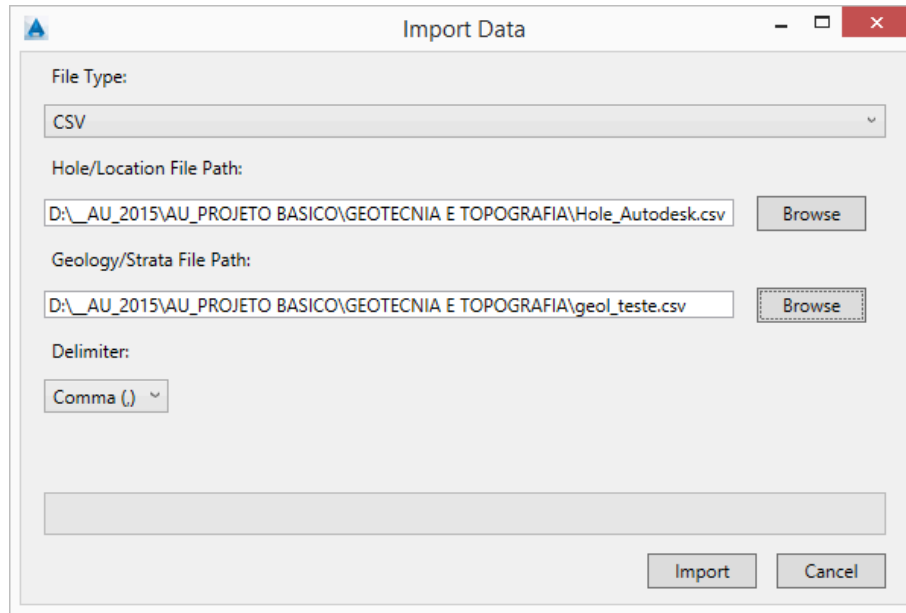
E a micro (“geol”):

(com informações de identificação do furo, cota de início e fim de profundidade de cada camada geológica, descrição detalhada do material relativo à camada e código das principais categorias além de outras informações complementares),

LocationID	DepthTop	DepthBase	Description	LogCode	GeologyCode	Angularity	Shape	Colour	Moisture	HC	React	Consistent	Cementat
BH101	0	1.5	Areia com Pedras e Pedregulho	101	Topo								
BH101	1.5	7.9	Areia Medianamente Compacta	101	Areia								
BH101	7.9	8.8	Argila Arenosa Muito Mole	205	Argila								
BH101	8.8	13.9	Areia Pouco Compacta a Medir	105	Areia								
BH101	13.9	15	Rocha	304	Rocha								
BH102	0	1.45	Areia com Pedras e Pedregulho	101	Topo								
BH102	1.45	8.05	Areia Medianamente Compacta	102	Areia								
BH102	8.05	10.09	Argila Arenosa Muito Mole	205	Argila								
BH102	10.09	13.9	Areia Pouco Compacta a Medir	105	Areia								
BH102	13.9	15	Rocha	304	Rocha								
BH103	0	0.45	Areia com Pedras e Pedregulho	101	Topo								
BH103	0.45	7.6	Areia Medianamente Compacta	102	Areia								
BH103	7.6	9.65	Argila Arenosa Muito Mole	205	Argila								
BH103	9.65	13.6	Areia Pouco Compacta a Medir	105	Areia								
BH103	13.6	15	Rocha	304	Rocha								
BH104	0	0.55	Areia com Pedras e Pedregulho	101	Topo								
BH104	0.55	6.75	Areia Medianamente Compacta	102	Areia								
BH104	6.75	9.25	Argila Arenosa Muito Mole	205	Argila								
BH104	9.25	14.1	Areia Pouco Compacta a Medir	105	Areia								
BH104	14.1	15	Rocha	304	Rocha								
BH105	0	1.85	Areia com Pedras e Pedregulho	101	Topo								
BH105	1.85	8.15	Areia Medianamente Compacta	102	Areia								
BH105	8.15	11.45	Argila Arenosa Muito Mole	205	Argila								
BH105	11.45	15.5	Areia Pouco Compacta a Medir	105	Areia								
BH105	15.5	16	Rocha	304	Rocha								
BH106	0	1.45	Areia com Pedras e Pedregulho	101	Topo								

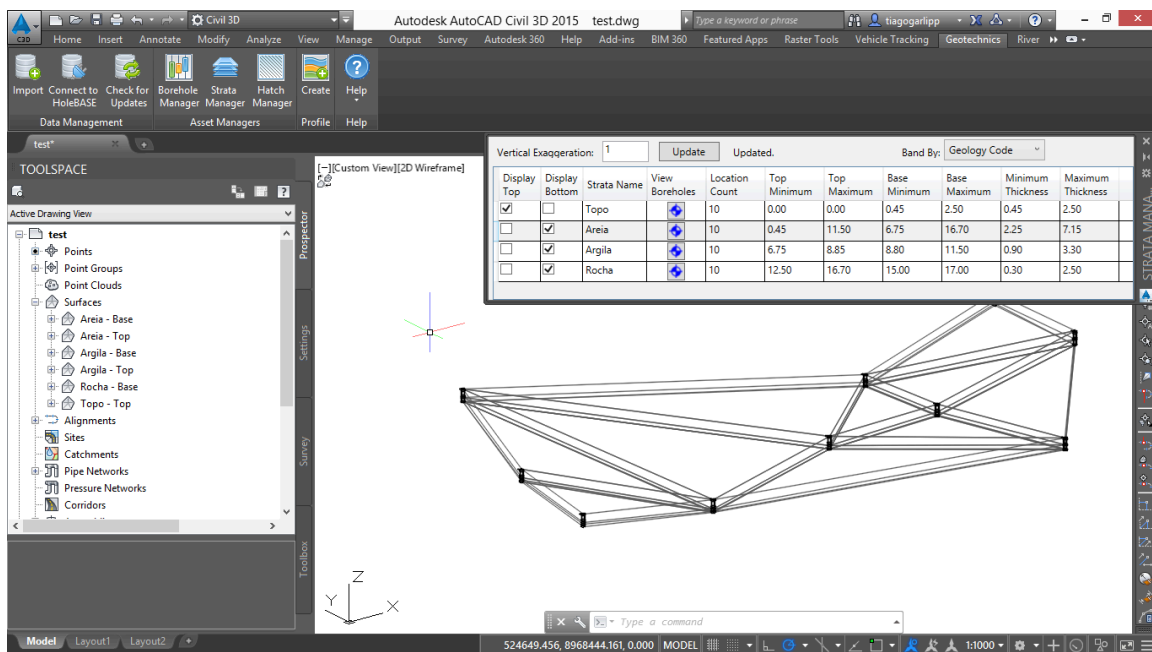
Pelo comando “Import” dentro do menu Geotechnics é possível importar as duas planilhas.



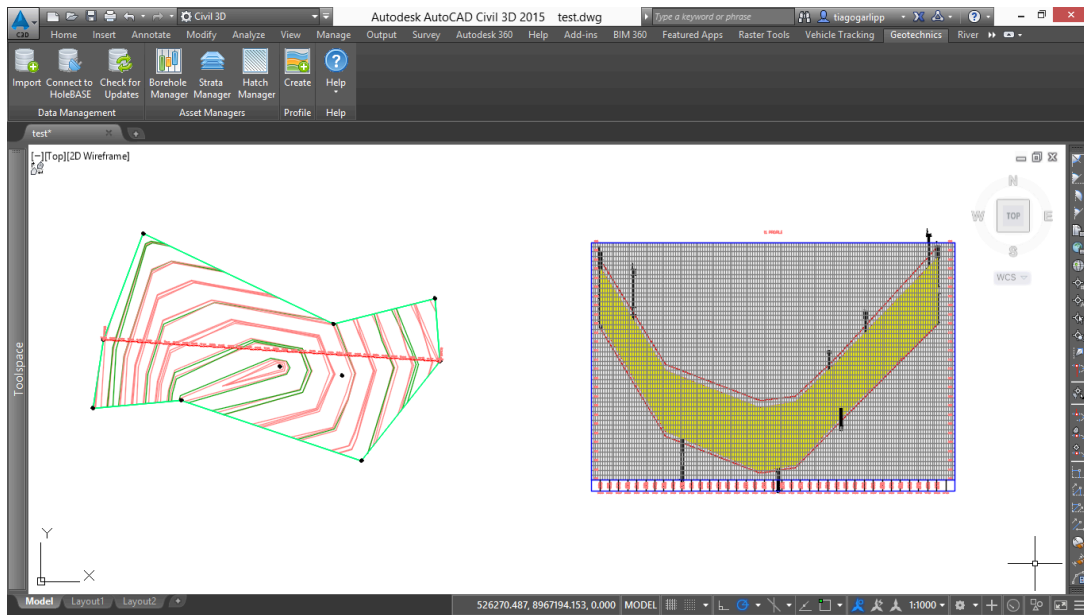
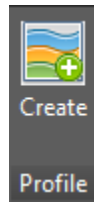


É interessante ligar as surfaces necessárias e ajustar para 1 em exagero vertical.

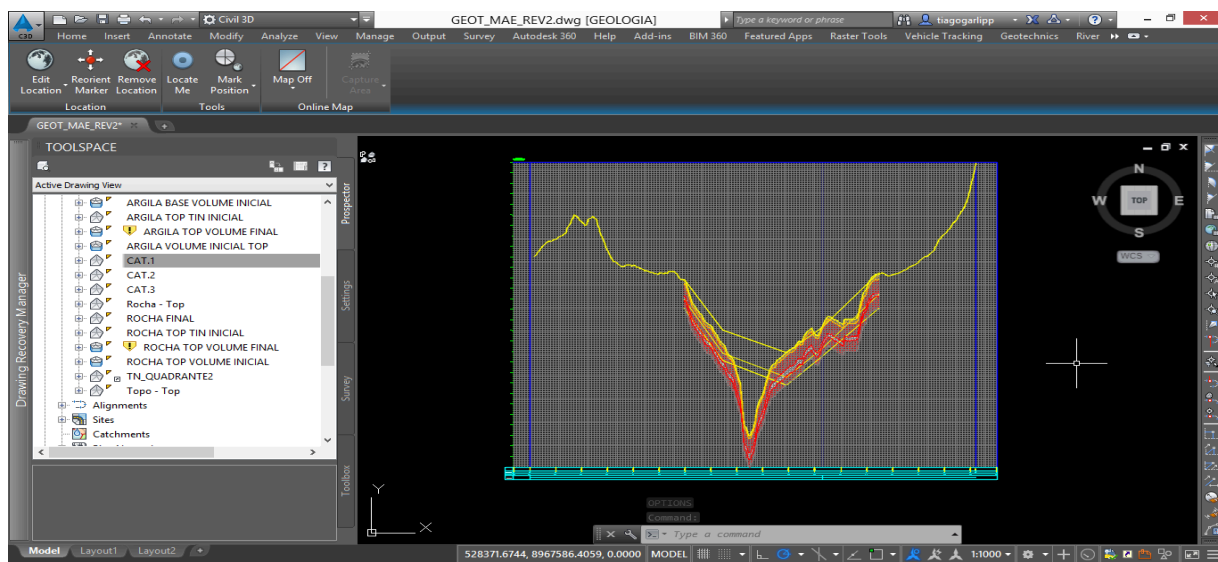
Com a confirmação de sucesso na importação das duas planilhas é possível gerar automaticamente surfaces com base na interpolação de cada camada do borehole



É possível também gerar alinhamentos e perfis automaticos definindo pontos principais de análises pelo comando Profile.



Voltando ao workflow, dentro da etapa de Geologia estas camadas podem ser trabalhadas para serem compatibilizadas respeitando o relevo natural do terreno para posteriormente serem realizados Datashortcuts e assim alimentar outras disciplinas conforme já mencionado.



**Bridge Modeler (Subscription):**

Criação de estruturas de Obras de Artes Especiais através da determinação de linhas dimensionais para vigas, pilares, fundações, etc.

**- Autodesk Infraworks LT (Autodesk 360 com verticais em contratos adicionais):**

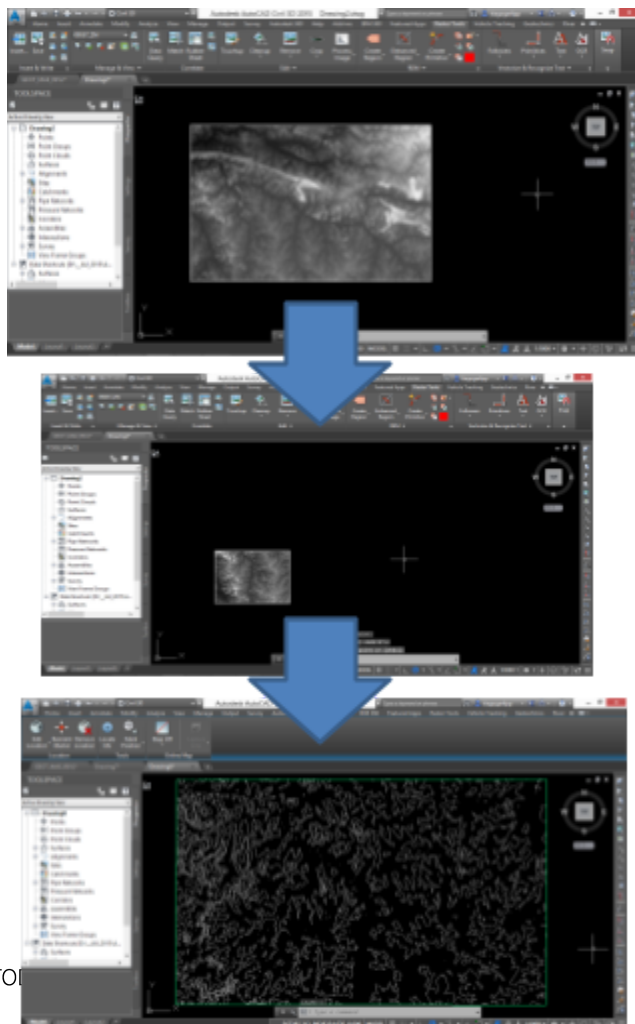
Propostas para soluções de estudos de traçados de estradas, modelos de concepções para projetos básicos e estudos preliminares.

Através dele é possível obter superfícies SRTM (Shuttle Radar Topograph Mission) com precisões de 30 a 90 metros a partir do seu gerador de modelo. Possui alta capacidade de integração com o Civil 3D com o objetivo de alimentar todo o workflow iniciando na etapa de geometria. É possível disponibilizar surfaces, alinhamentos horizontais compatibilizados com a norma ASSHTO além perfis horizontais e verticais sendo possível substituir a surface de topografia levantada com maior precisão posteriormente em um projeto executivo.

Através dele você consegue prever cálculos volumétricos preliminares dentro de um ante-projeto.

**- Autodesk Raster Design:**

Importante ferramenta para trabalhar com imagens RASTER, desde digitalização de cartas topográficas automáticas até o recorte de imagens SRTM obtidas em sites específicos como INPE e EMBRAPA Monitoramento por Satélite. Através dele é possível tratar as imagens para criação de surfaces DEM files convertendo Latitude Longitude para UTM e assim ganhando desempenho no software. Possui boa colaboração para a etapa de drenagem pluvial e estudos básicos.

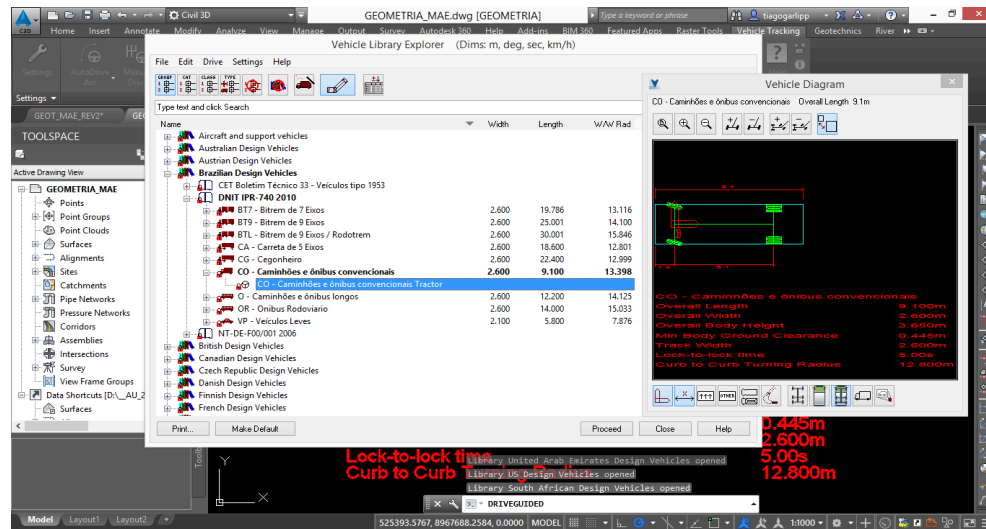


## Produto individual:

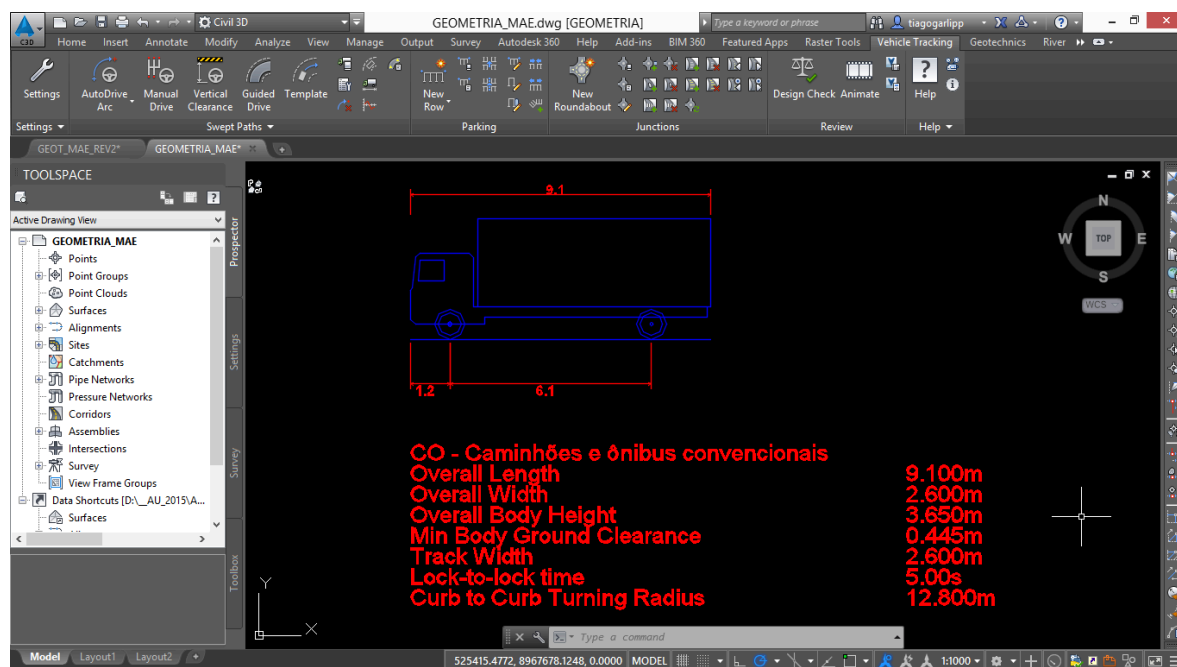
### - Autodesk Vehicle Tracking:

Importante produto para análises de giro de veículos e cálculos de superlargura.

Clicando no comando Guided Drive é possível exibir a biblioteca DNIT com perfis de cada veículo incluindo suas dimensões no menu Vehicle Tracking:

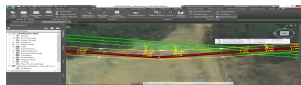


Para apoio no cálculo de superlargura por Voshel Pallazo o usuário pode encontrar a distância do eixo dianteiro ao traseiro do veículo adotado para a pista.

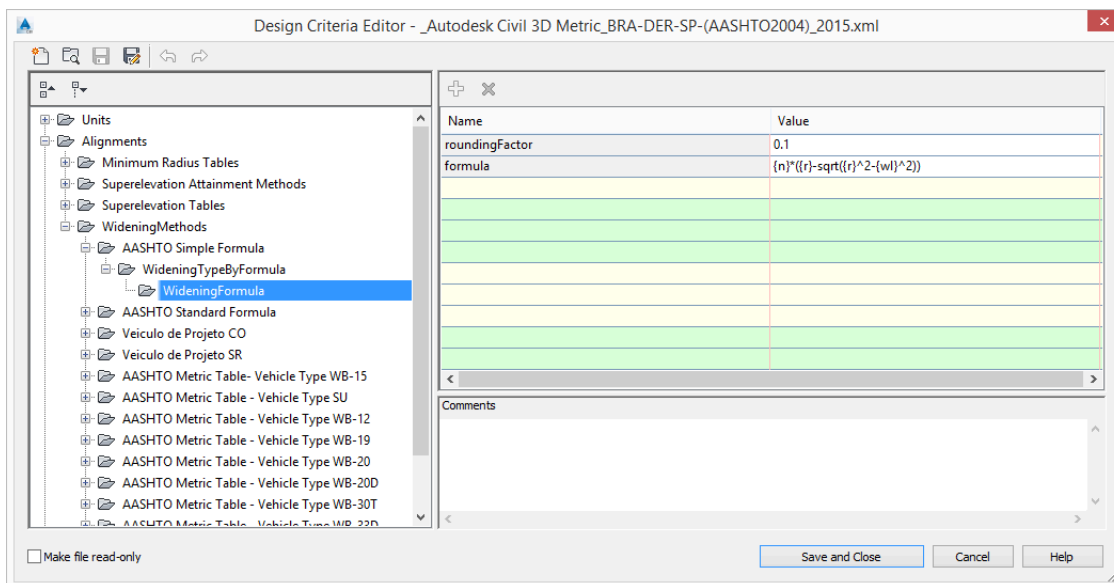


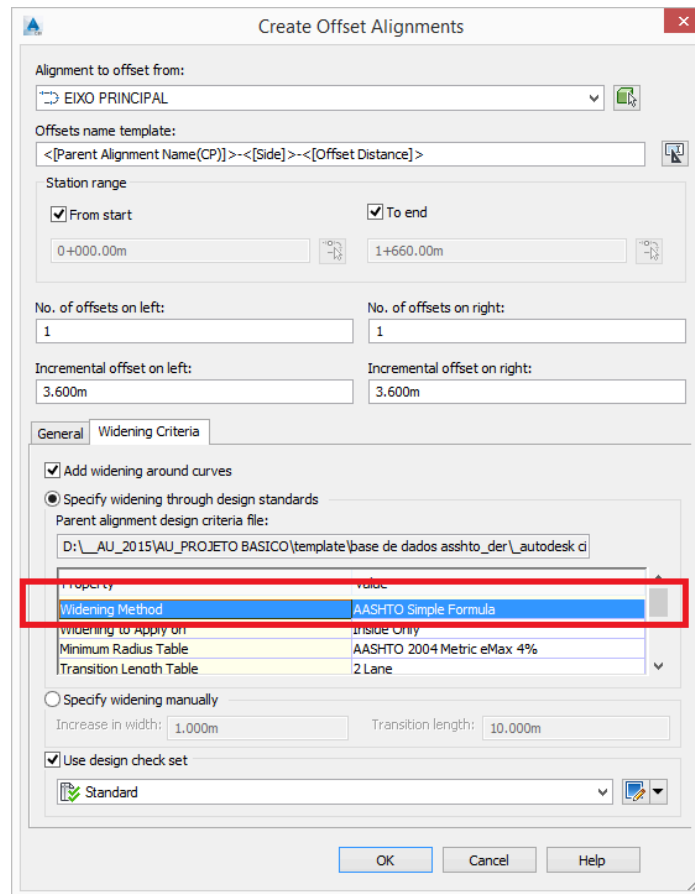


Para isso selecione o alinhamento do eixo da via e clique no comando Offset Alignment na Ribbon.



O cálculo que está subscrito no Design Criteria é o mesmo exibido nos parâmetros de entrada na tela Create Offset Alignments. Com a confirmação dos valores dentro desta caixa serão desenvolvidas as linhas bases para o offset da superlargura que serão utilizados como target do corredor nas etapas de terraplenagem e pavimentação.





A opção **ASSHTO Simple Formula** utiliza a equação  $\Delta = n(R - \sqrt{R^2 - b^2})$  em que:

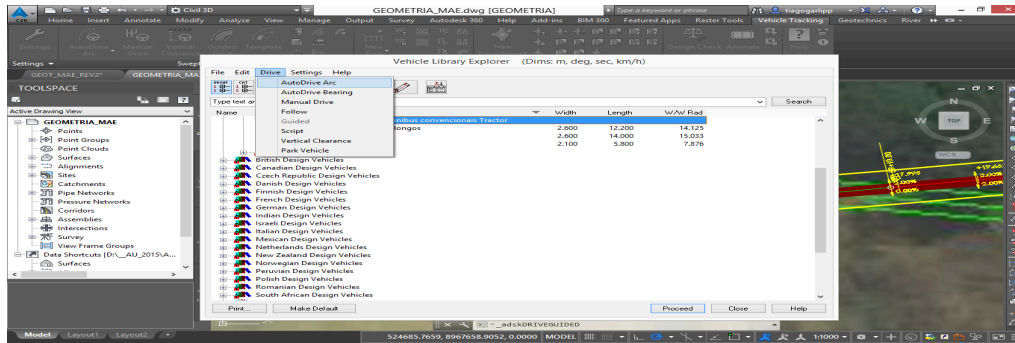
$n$  = número de faixas à esquerda ou à direita

$R$  = raio da curva circular

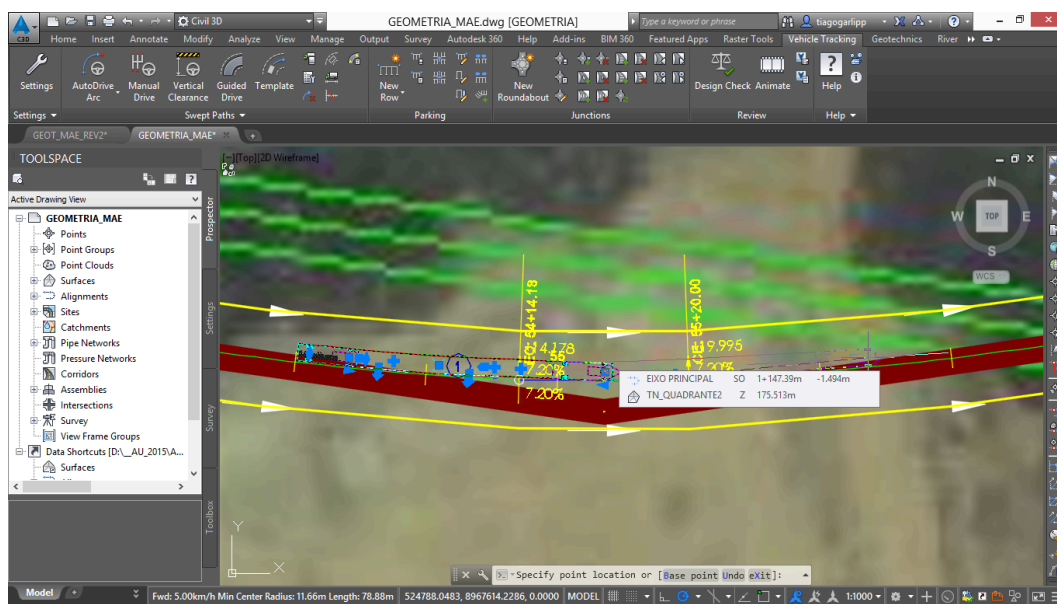
$b$  = comprimento total do veículo.

O usuário pode entrar com o valor de  $b = 9,10$  m encontrado nos detalhes da biblioteca do plugin Vehicle Tracking para o veículo CO, por exemplo.

Após isso o usuário também tem a capacidade de analisar se a curva e a largura estão condizentes com o tipo de veículo padrão, trabalhando com o comando Autodrive Arc.



A análise gráfica é feita quando o usuário tem o controle de indicar a direção do veículo em relação à abertura do ângulo deste arco conforme abaixo.



### No pacote de instalação do AutoCAD Civil 3D

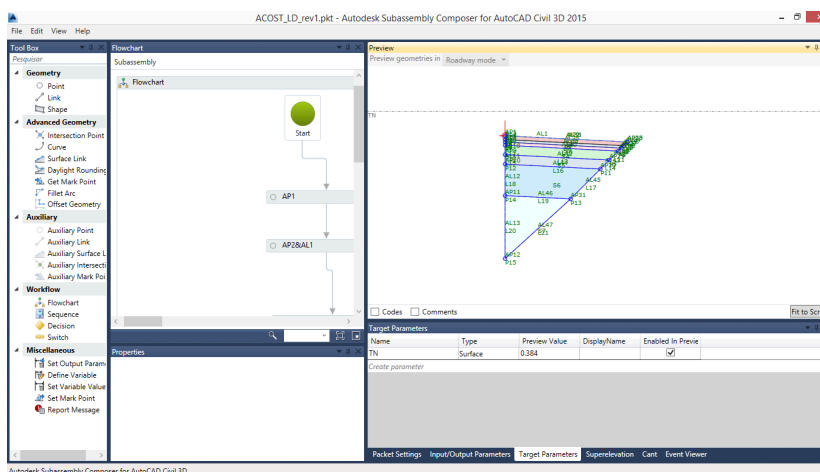
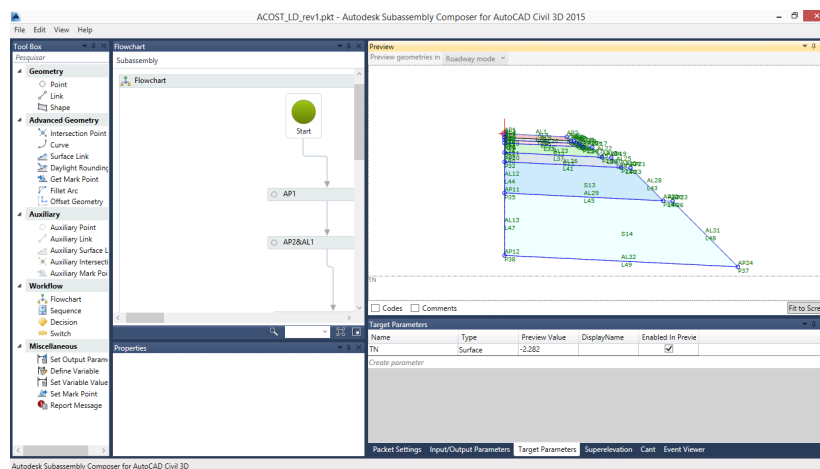
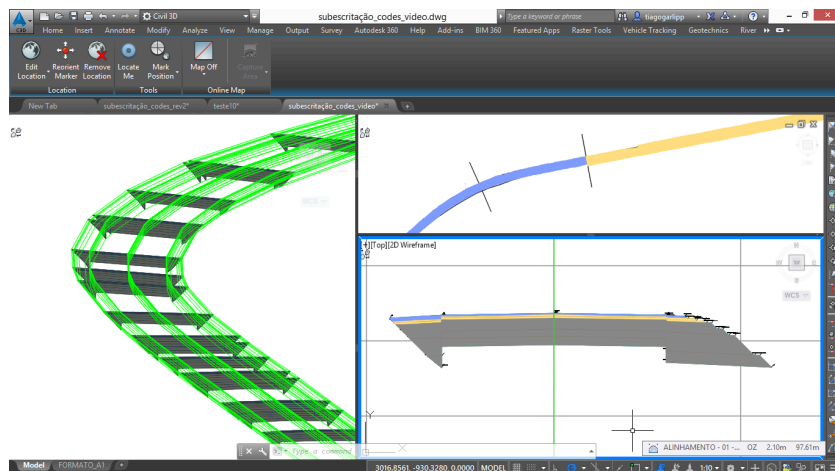
#### - Autodesk Subassembly Composer:

Importante para customização de subassemblies em padrão de projetos rodoviários brasileiros, principalmente dando inteligência para aplicação em decisões, onde ele terá uma condição quando a subassembly estiver abaixo do surface target e quando estiver acima.

Dois casos de aplicação:

1. Níveis de taludes com inclinações e decisões diferentes para cortes em categorias 1, 2 e 3 (superfícies geradas na etapa de Geotecnia) com sua utilização na etapa de terraplenagem;
2. Composição de até 7 camadas de pavimento da Rodovia sendo automaticamente montada com ombros no acostamento em ATERRO e fechamento em CORTE (importante na etapa de Pavimentação).

## Workflow BIM: Colaboração do Autodesk Infrastructure Design Suite para grandes empresas

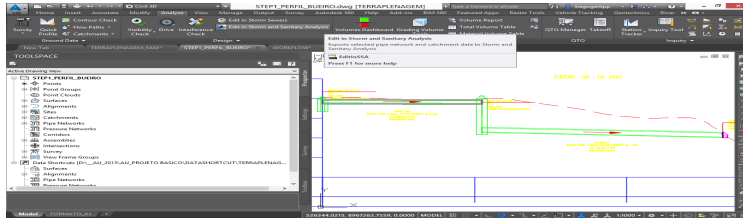


### - Autodesk Storm and Sanitary Analysis:

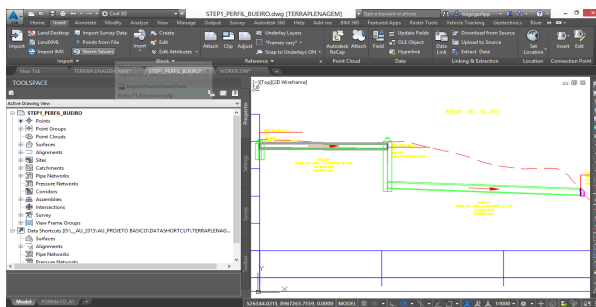
Importante para dimensionamento da pipe network (pipes e structures) através da entrada de diversos parâmetros como métodos hidráulicos e hidrológicos. Após a simulação e análise de rede é possível

importa-la no Civil 3D mantendo os Datasheetcuts gerados da equipe de drenagem para a equipe de acabamento. É possível fazer a integração pelos comandos.

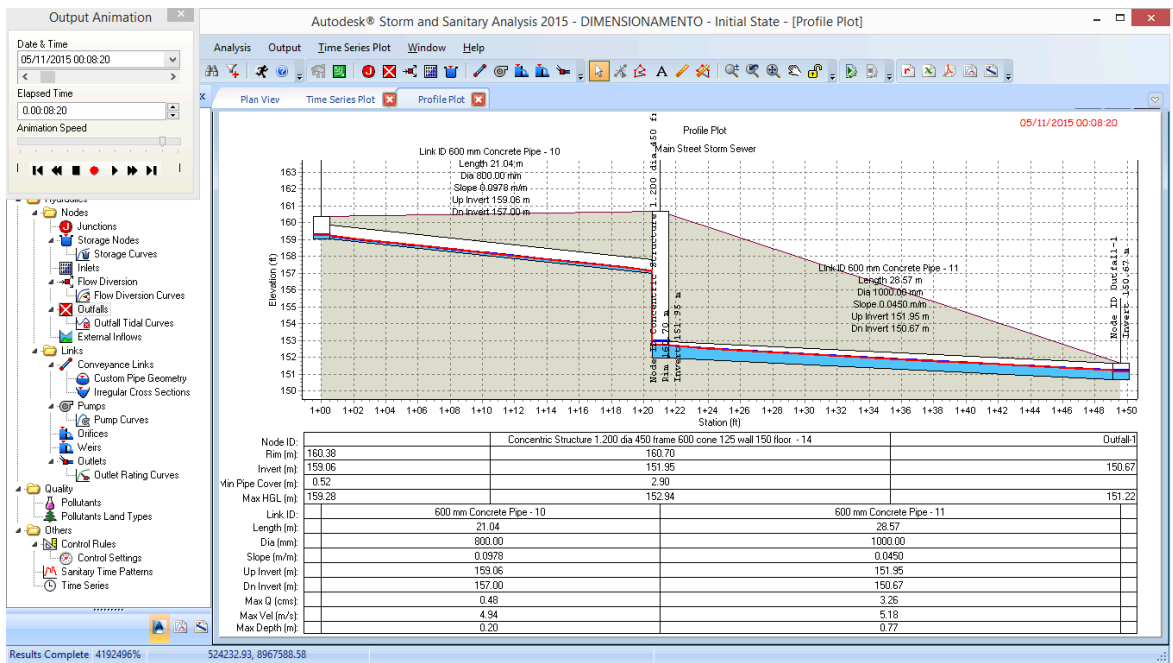
### Exportação – Edit in Storm and Sanitary Analysis



### Importação – Storm Sewers.

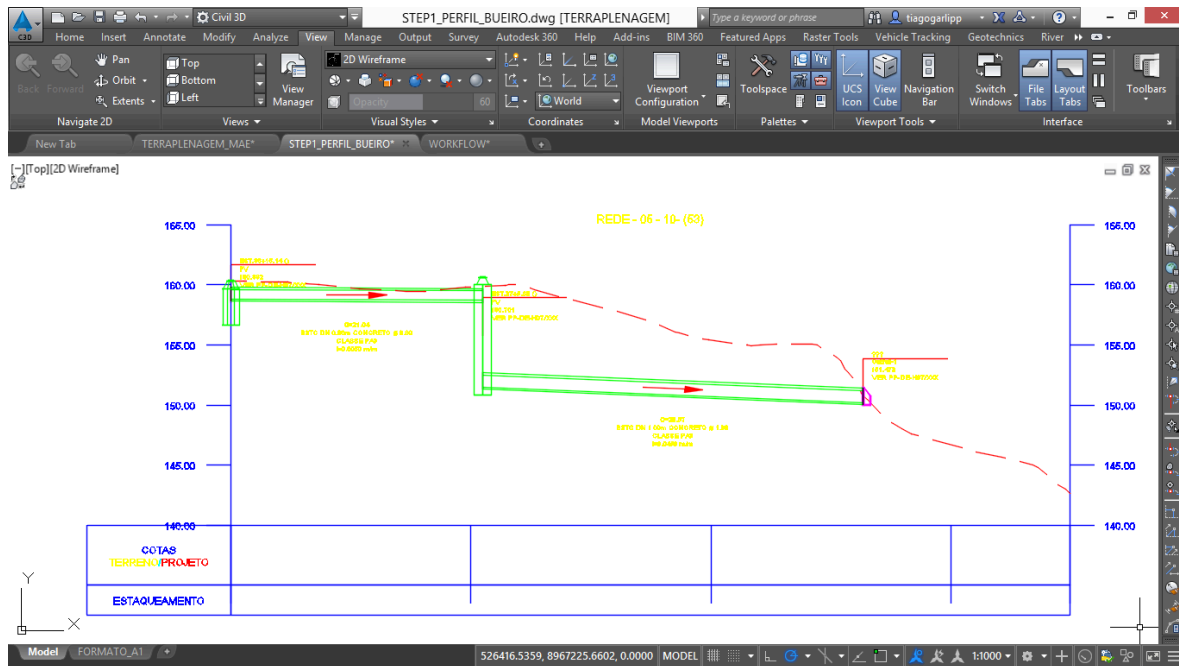


Resultado após exportação, alimentação de dados e simulação no SSA.



E agora na importação da nova galeria no Civil 3D.





### - AutoCAD Map 3D

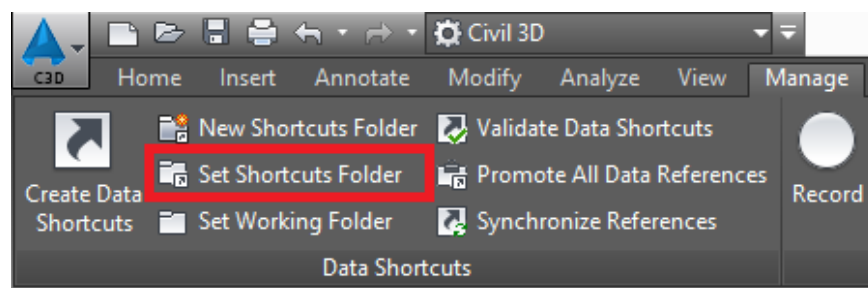
Importante para georreferenciamento de cartas topográficas, além de diversas outras funções como cadastramento de dados, tematização de mapas na área de agronegócio e outros.

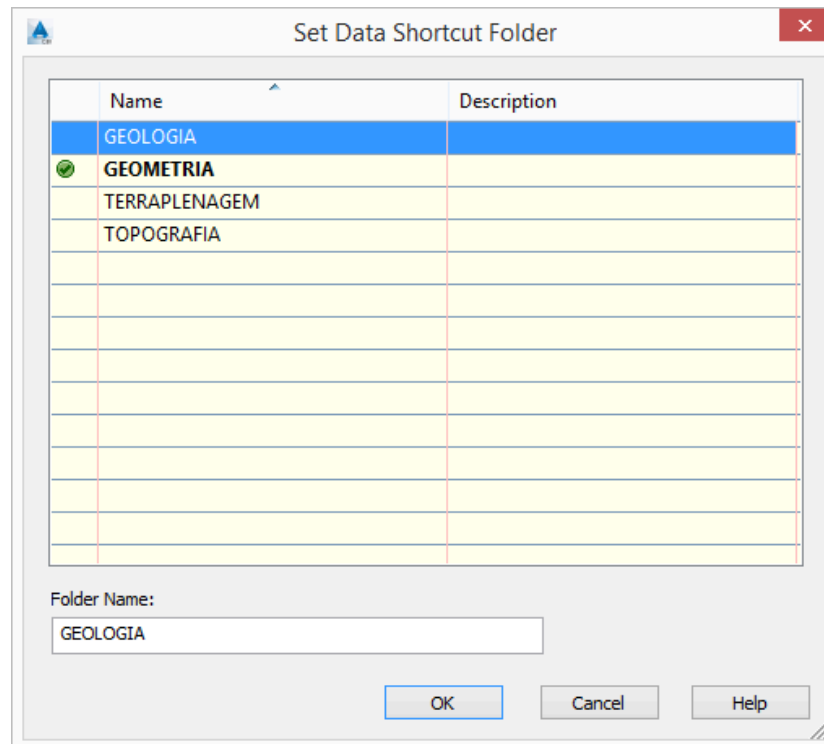
### Como praticar o workflow em um projeto básico

Como já mencionado, cada equipe deve saber em qual pasta trabalhar, salvar e armazenar seus arquivos. Os dados gerados em todas as etapas são armazenados e disponibilizados em rede a partir de uma mesma pasta onde todos os membros podem criar referências dentro do seu projeto.

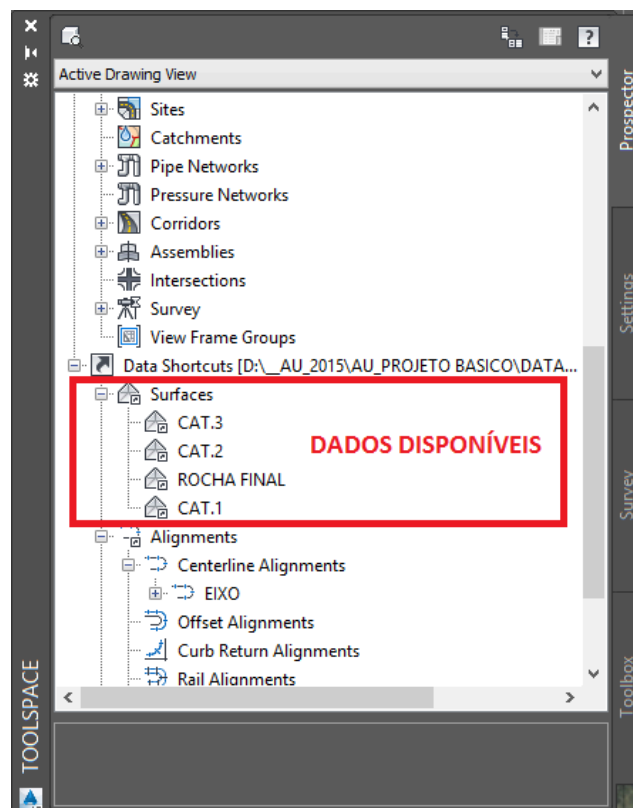
É possível fazer isso em qualquer arquivo ou etapa pela pasta DATASHORTCUT dentro do AutoCAD Civil 3D.

Suponhamos que estamos em um arquivo MÃE de terraplenagem e o projetista precisa utilizar dados como surfaces CAT.1, CAT.2, CAT.3 e ROCHA FINAL (Etapa de Geotecnia) e TN\_QUADRANTE2 (apenas a surface no quadrante necessário da Etapa de Topografia) para poder utilizar a assembly customizada, targetar e assim gerar uma modelagem de corredor. Este projetista saberá onde encontrar estes dados e qual ferramenta utilizar.

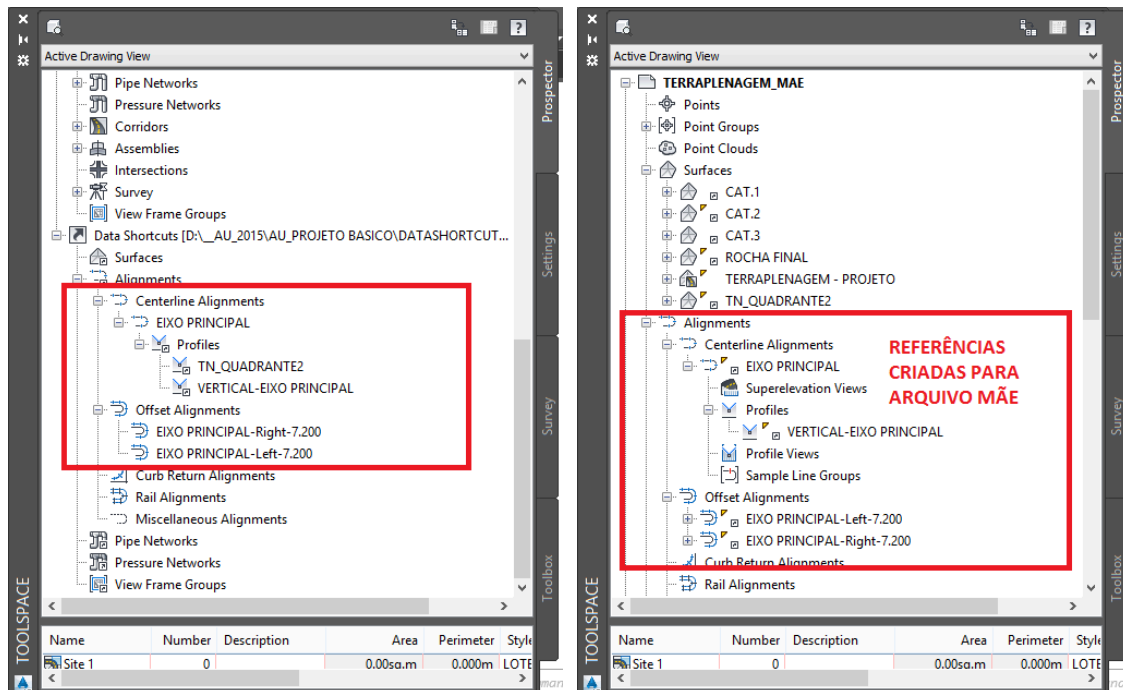




Os dados ficarão disponíveis para criar as referências necessárias.



Além disso dentro do workflow o projetista também precisará dos dados de Geometria para utilizar os alinhamentos e perfis verticais pré-definidos e estudados nesta etapa anterior. Perceba que fazendo o mesmo procedimento conseguiremos disponibilizar todos os elementos dentre os quais serão necessários apenas o alinhamento horizontal, alinhamentos em offset e o perfil vertical (sendo desnecessário neste caso o perfil longitudinal do terreno natural pois este já foi estudado anteriormente) para modelar o corredor e a surface.



E assim funcionará para todo o resto do workflow. Outras formas de referências externas para desenvolvimento do BIM são por XRef, Toolpallets (caso da subassembly) em rede e View Frames conforme já mencionado. Qualquer modificação em qualquer uma das etapas será refletido em todo o projeto piloto.

### Vantagens e desafios

As vantagens técnicas e consequentemente financeiras são extrair a máxima potencialidade e desempenho do software, capacitar técnica e profissionalmente os desenhistas dentro de uma hierarquia uma vez que os mesmos são submetidos à diversas revisões de todas as outras equipes ganhando assim experiência e responsabilidade, reduzir o máximo possível de erros causados por trabalhos manuais, eliminar retrabalhos, entrosar e reforçar a intercomunicação entre as equipes, garantir menores prazos para projetos e abrir frente para novas demandas de trabalhos.

Os desafios são os necessários feedbacks para melhoria dos softwares Autodesk atendendo assim as exigências de projetos padrão Brasil e o engajamento de todas as equipes para se enquadrarem em uma nova cultura BIM através do empenho e a pré-disposição de todos, respaldados por treinamentos para tal, além do acompanhamento de um profissional experiente no assunto para conduzir e orientar toda a equipe durante a implantação do Workflow BIM.