Extração de quantitativos com AutoCAD® Civil 3D® e Navisworks®: Aplicação prática em Infraestrutura

Marcelo Nonato Santos
Ligia Durante Trindade

Apresentaremos o processo de extração de quantidades na ferramenta Autodesk® Navisworks® a partir de modelos 3D desenvolvidos no AutoCAD®. Com a funcionalidade *Property Sets*, disponível no AutoCAD® Civil 3D® a partir da versão 2016, passou a ser possível incorporar parâmetros adicionais aos objetos 3D, sejam eles informações estáticas (atributos) ou dinâmicas como, por exemplo, volumes e áreas. Todas essas informações são enxergadas como campos adicionais no Autodesk® Navisworks®, podendo ser atualizadas automaticamente quando o objeto 3D é alterado. *Property Sets* também são utilizados para inclusão de atributos nos sólidos extraídos dos corredores no AutoCAD® Civil 3D®, com informações que podem ser utilizadas em análises posteriores no Autodesk® Navisworks®. Esta funcionalidade, aparentemente simples, potencializou o uso dos Modelos 3D desenvolvidos em AutoCAD®, ferramenta tradicional para projetos de obras de infraestrutura, reduzindo significativamente o trabalho manual para extração de quantidades (estimamos esta redução em 80% no esforço necessário). Podemos ainda afirmar que a confiabilidade dos cálculos nas extrações de quantidades baseadas nos *Property Sets* é bem maior em relação ao processo manual, equiparando-se a extrações em Modelos 3D criados em ferramentas BIM, pois permitiu a organização da informação de maneira coordenada e consistente em uma única base digital.

Objetivo de aprendizado

Ao final desta palestra você terá condições de:

- Conhecer a funcionalidade *Property Sets* do AutoCAD® Civil 3D®;
- Conhecer uma forma estruturada de extração de quantidades de modelos 3D desenvolvidos em AutoCAD®;
- Criar uma memória de cálculo para quantitativos dentro do Autodesk® Navisworks®.

Sobre os Palestrantes

Marcelo Nonato Santos é Engenheiro Civil formado pela Escola Politécnica da USP, com pós-graduação em Gestão de Projetos e em Magistério Superior. Trabalha na Construtora Camargo Corrêa há 23 anos, com experiência em obras e no corporativo, atuando nas áreas de produção, planejamento, produtividade, engenharia, "Project Control", competitividade de custos e gestão do conhecimento. Também tem larga experiência como consultor interno do Sistema SAP, para módulo "Project System". Em 2014 foi convidado para assumir a Gerência Corporativa de Construção Virtual, com a missão de consolidar o uso do BIM na empresa, elevando o nível de maturidade em BIM da Camargo Corrêa.

https://www.linkedin.com/in/marcelo-nonato-santos-7715507

Ligia Durante Trindade é Arquiteta pela Universidade Presbiteriana Mackenzie e mestranda pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Além de sua atuação na elaboração de projetos de arquitetura e interiores, na Camargo Corrêa participou de algumas obras do grupo nos segmentos hospitalar, residencial e comercial, além de ter trabalhado no time de propostas técnicas de plantas industriais e de hidrelétricas. Hoje participa da implantação e gestão do uso do BIM na empresa, na Gerência Corporativa de Construção Virtual. Possui certificação profissional em AutoCAD®, Autodesk® Revit® e AutoCAD® Civil 3D®.

https://www.linkedin.com/in/ligia-durante-30434222/

1. Introdução

O processo tradicional de levantamento de quantitativos está pautado na medição de todos os elementos de um edifício a partir de desenhos, sejam eles eletrônicos ou não, para posterior transferência a um arquivo, assegurando-se cuidadosamente sua exatidão (ALDER, 2006). Além de ser um processo sujeito a erro humano, a quantificação também é demorada, podendo exigir de 50% a 80% do tempo gasto na orçamentação (RUNDELL, 2006).

Assim, recursos significativos são despendidos a cada mudança no projeto, o que comprova a necessidade de ferramentas que respondam rapidamente a seus impactos no custo (ALDER, 2006). A competitividade atual no segmento de obras de infraestrutura, por sua vez, obriga as empresas a reduzirem continuamente os custos de construção.

A utilização de modelos 3D em CAD tradicional diminuiu consideravelmente os erros humanos do processo de quantificação por eliminar a necessidade de cálculo, porém não resolve a questão da confiabilidade das informações, uma vez que os dados ainda são transferidos manualmente a uma planilha eletrônica. Com o advento dos softwares BIM, no entanto, os dados quantitativos são extraídos diretamente dos modelos e atualizados dinamicamente a qualquer mudança no projeto.

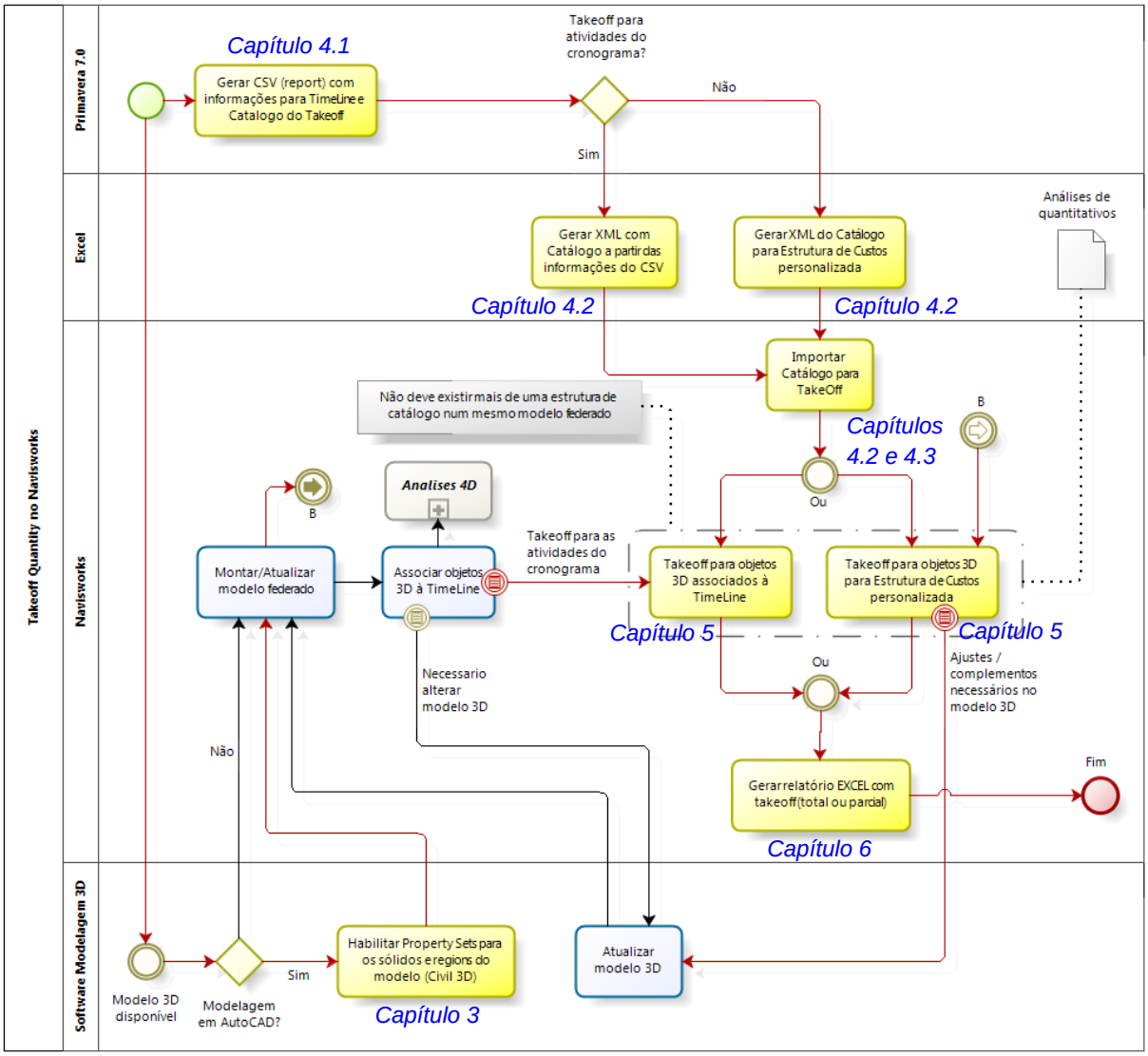
Ocorre que, no segmento de infraestrutura, sobretudo em alguns tipos de obra como hidrelétricas, o uso do BIM ainda não é uma realidade, prevalecendo a utilização de modelos 3D em AutoCAD®. Esta constatação motivou a criação de um método de trabalho que permitisse a estruturação de tais informações de forma similar ao processo de quantificação a partir de modelos BIM, utilizando o software Autodesk® Navisworks®.

A escolha do software deveu-se a possibilidade de desenvolvimento de um catalogo com uma estrutura de custos personalizada associada ao modelo CAD, ou seja, uma única base de dados quantitativos agrupa e extrai todas as informações de um ou mais modelos que compõem o projeto.

A seguir apresentamos as etapas necessárias para a quantificação de modelos desenvolvidos em AutoCAD® dentro do Autodesk® Navisworks®.

2. Fluxo do processo de extração de quantidades

Abaixo está o desenho do fluxo onde as tarefas específicas para extração de quantidades figuram na cor amarela. Nos capítulos subsequentes são detalhadas estas tarefas, conforme indicado no fluxo.



3. Preparação do modelo 3D para uso dos *Property Sets*

3.1. Organização dos *Layers*

A configuração dos *Layers* tem a função de organizar os elementos do modelo para facilitar a integração com o catalogo que contém a estrutura para a quantificação. É importante ressaltar que a estrutura de *Layers* deve ser definida de acordo com as necessidades de cada usuário, neste caso uma construtora. No exemplo abaixo foram criados diferentes *Layers* para agrupar os objetos 3D de acordo com os seus respectivos materiais (Figura 3.1.1).

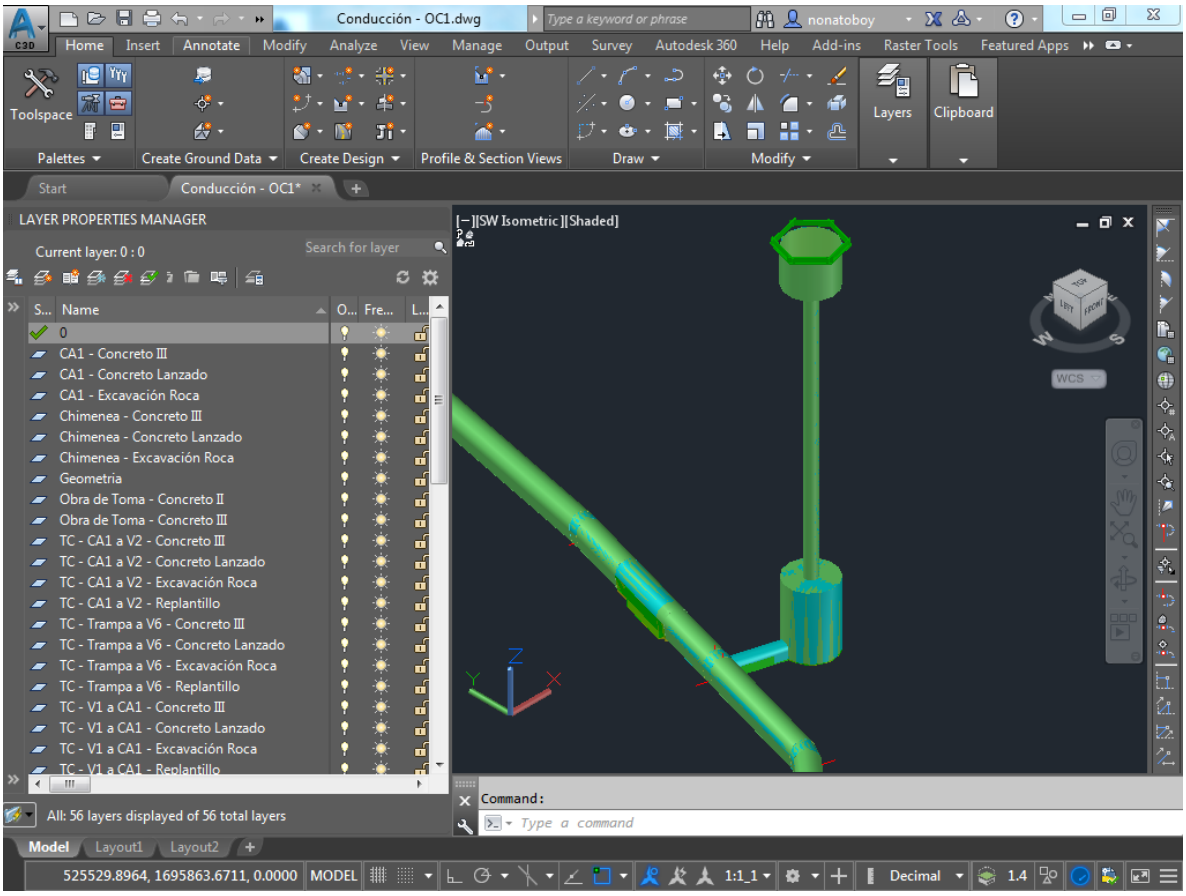


Figura 3.1.1 – Estrutura de *Layers* do modelo no AutoCAD®

Esta configuração facilitará a seleção de objetos após importação do modelo no Autodesk® Navisworks®, uma vez que a estrutura de layers configurada dentro do AutoCAD® se manterá dentro da *Selection Tree* (Figura 3.1.2).

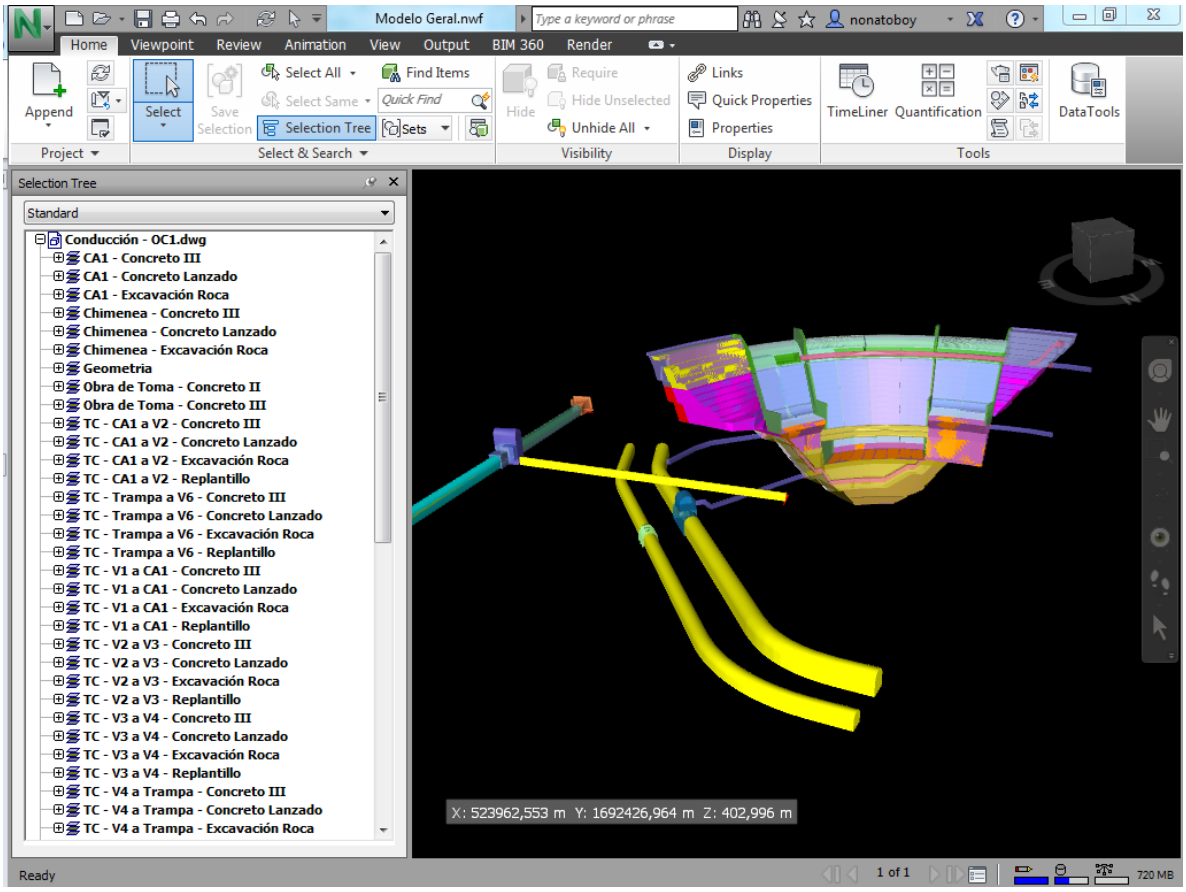


Figura 3.1.2 – Estrutura de Layers após importação do modelo no Autodesk® Navisworks®

3.2. Objetos quantificados como áreas (fôrmas, pavimentação, etc.)

Uma das vantagens da utilização do AutoCAD® como a ferramenta de modelagem de obras de infraestrutura é a sua maleabilidade para a definição de fôrmas. A partir da explosão de um sólido que representa um volume de concreto, por exemplo, apagamos algumas faces bidimensionais resultantes para simular a disposição das fôrmas segundo o sistema construtivo definido no planejamento da construção (figura 3.2.1).

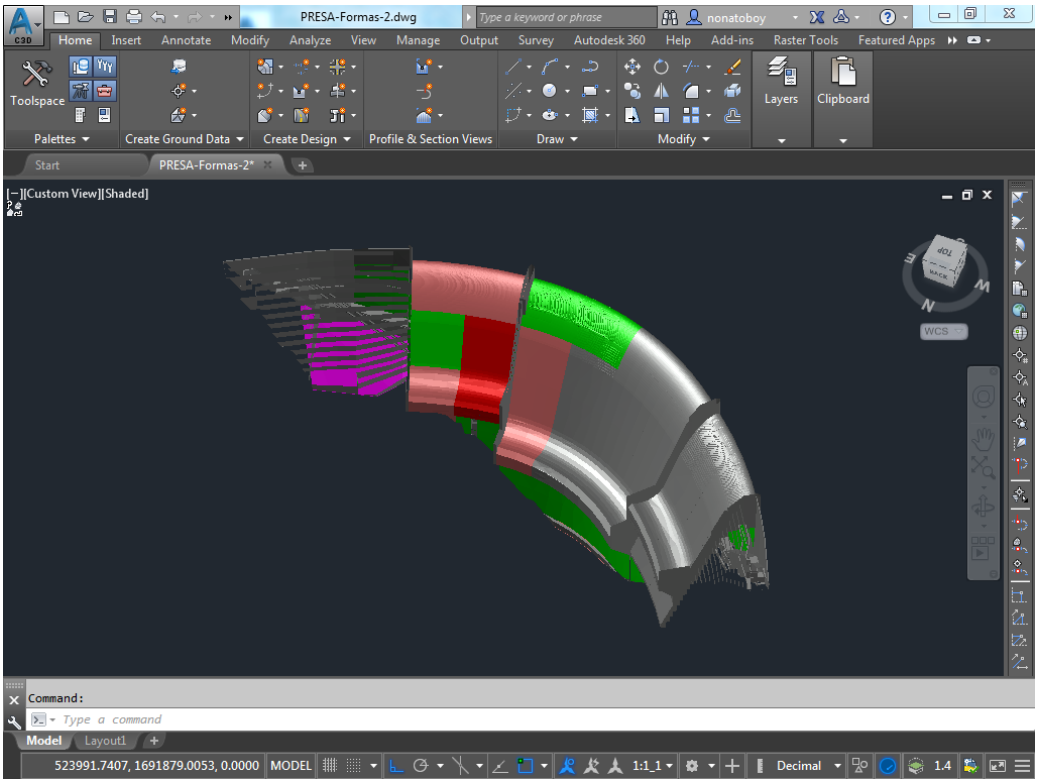
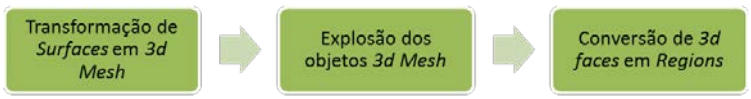


Figura 3.2.1 – Configuração de fôrmas

Dois tipos de objetos compõem as faces bidimensionais: *Surfaces* e *Regions*. Neste caso, para o funcionamento dos *Property Sets* no Autodesk® Navisworks®, é necessário que as faces do tipo *Surface* sejam transformadas em elementos do tipo *Region*.

A transformação de *Surfaces* em *Regions* segue os seguintes passos:



3.3. Configuração dos *Property Sets*

Antes de importar o modelo no software Autodesk® Navisworks® deve-se realizar a preparação do mesmo a partir da inclusão dos parâmetros necessários à quantificação. Os mais importantes são volumes e áreas, mas também é possível criar campos para identificação do objeto (ID correspondente a uma atividade do cronograma, por exemplo), prever campos calculados para armação, peso específico de elementos, etc., de acordo com a necessidade do usuário.

Esses parâmetros são incorporados aos elementos 3D graças à funcionalidade *Property Sets*, disponível no AutoCAD® Civil 3D®. Dentro de *Property Sets* os parâmetros a serem incorporados no modelo podem ser selecionados de duas formas: a partir de uma lista alfabética de parâmetros ou a partir de uma lista de parâmetros por categoria de objeto. As Figuras 3.3.1 a 3.3.4 apresentam o passo a passo para configuração dos *Property Sets*.

O acesso aos *Property Sets* pode ser feito pela ribbon *Manage* no AutoCAD Civil 3D® a partir da versão 2017 (figura 3.3.1). Na versão 2016 deve ser instalado o *Productivity Pack2*, com acesso pela aba *Toolbox* da *Toolspace*.

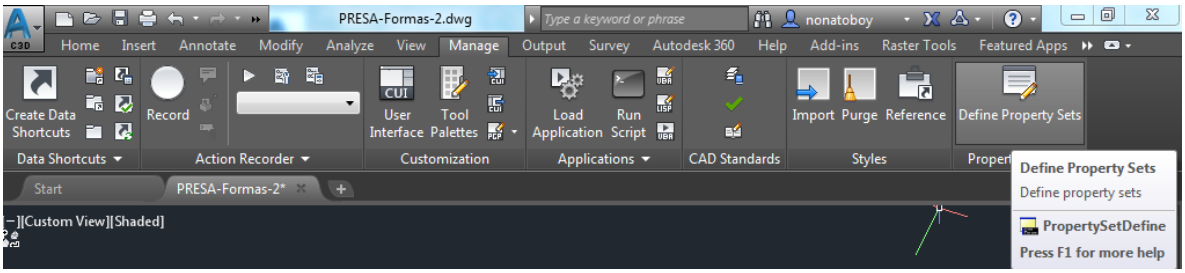


Figura 3.3.1 – Acesso ao ambiente de configuração dos *Property Sets*

Para criar um novo conjunto de itens para quantificar, é executado o comando *New Style*, clicando com o botão direito sobre *Property Set Definition* (figura 3.3.2).

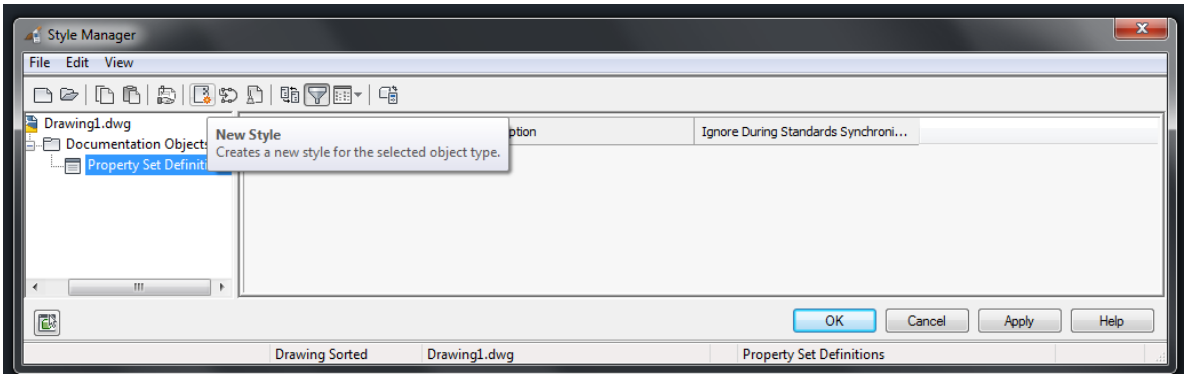


Figura 3.3.2

Você pode definir um nome para o *New Style*, como “Quantitativos”, por exemplo. Os itens que serão configurados para quantificar são criados na aba *Definition* (figura 3.3.3). À direita da tela estão os botões para criação dos diferentes tipos de campos de propriedades dos objetos (quantidades ou outras informações de interesse). É possível criar campos que são atualizados manualmente, campos preenchidos automaticamente com informações dos objetos, campos calculados, dentre outras opções.

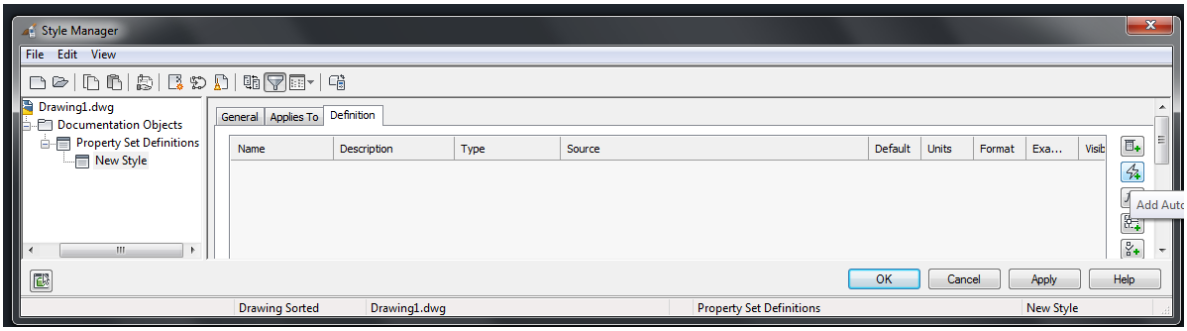
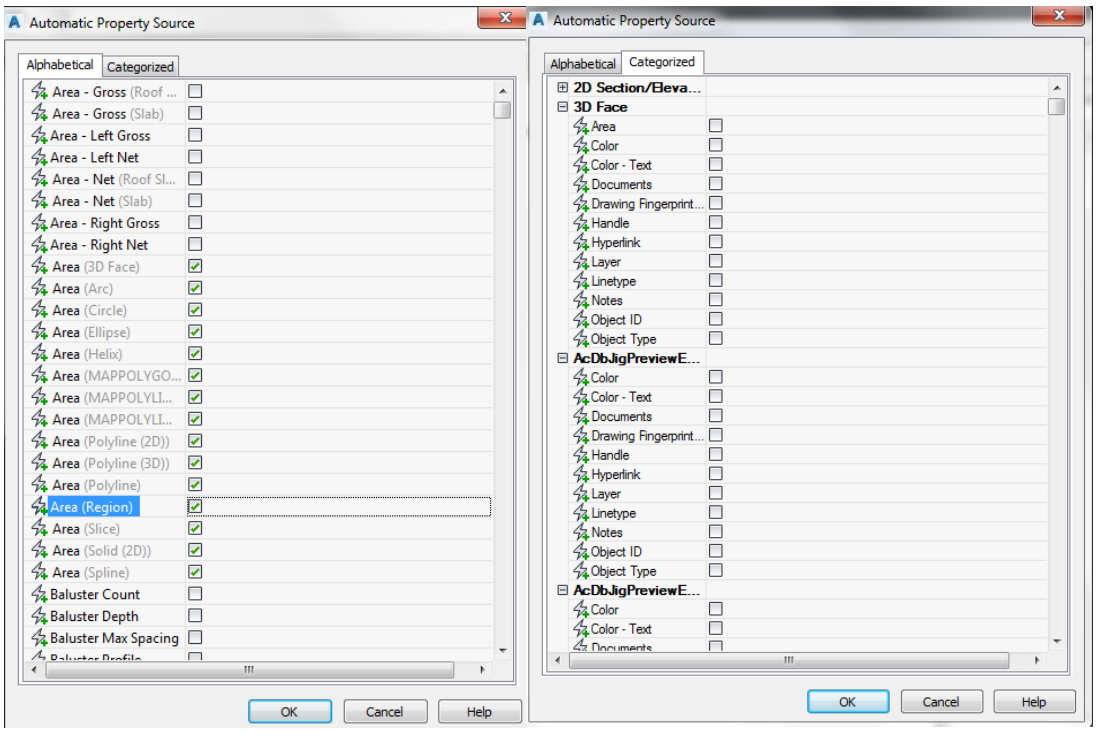


Figura 3.3.3

Quando criamos um campo calculado automaticamente pelo botão , são exibidos quais tipos de objetos são permitidos para a obtenção de diversos tipos de propriedades. No exemplo

abaixo foram selecionadas as opções disponíveis de objetos para obtenção da área (figura 3.3.4). Observe que, neste caso, os objetos *Surface* e *Mesh*, apesar de serem bi-dimensionais, não estão disponíveis nos *Property Sets*. No capítulo 3.2 explicamos como foi resolvida esta limitação.



Figuras 3.3.4 – Configuração dos *Property Sets* do modelo

Uma vez configurado o *Property Set*, é recomendável sua inclusão em no arquivo de modelo do AutoCAD® Civil 3D®. Caso seja recebido o arquivo de terceiros, é possível fazer uma simples cópia das configurações de um arquivo já configurado para o arquivo recebido.

3.4. Ativação dos Property Sets no modelo

Uma vez definidas as configurações das propriedades adicionais (*Property Sets*) no AutoCAD® Civil 3D®, é preciso incorporá-las aos elementos modelo. Para isso basta ativar o comando *AESPSAUTOATTACH* (figura 3.4.1).

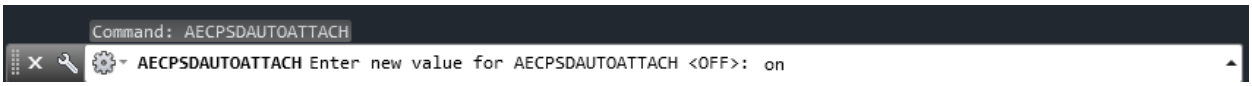


Figura 3.4.1 – Ativação de *Property Sets* no modelo

Para conferir se os *Property Sets* foram efetivamente incorporados ao modelo, seleciona-se um objeto qualquer e verifica-se suas propriedades em "*Properties*", na aba *Extended Data*, onde os parâmetros configurados na etapa anterior devem estar visíveis (figura 3.4.2).

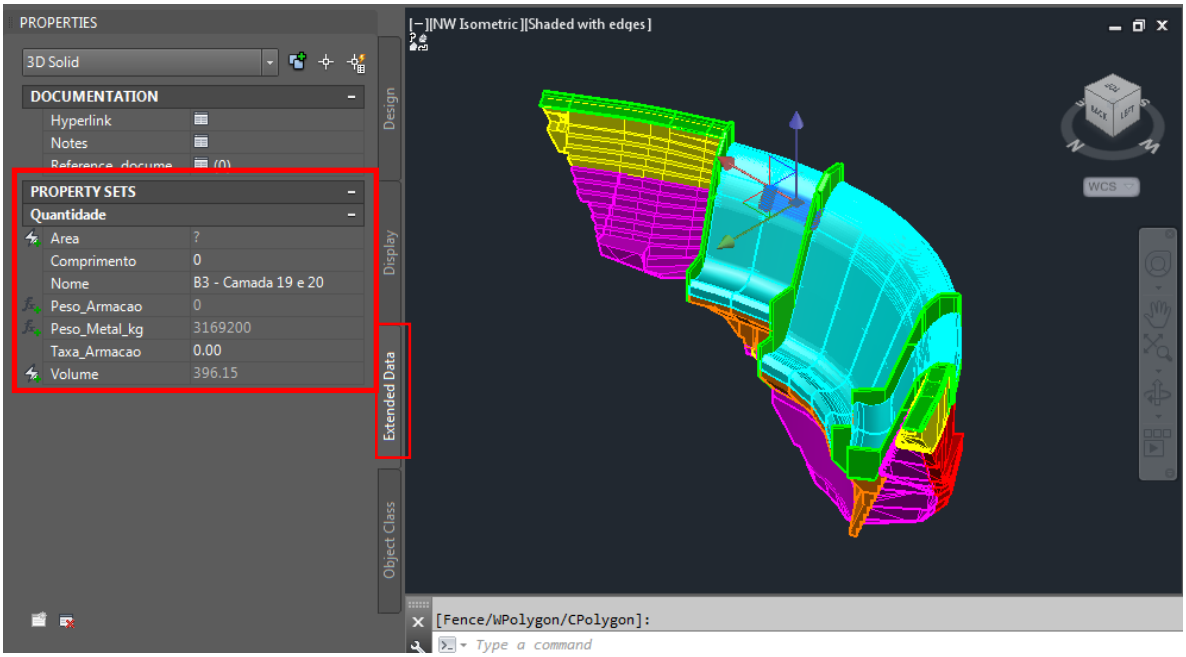


Figura 3.4.2 – Verificação dos *Property Sets* nas propriedades do modelo

4. Formatação do catálogo para extração de quantidades

4.1. Origem das informações do catálogo

Basicamente temos dois cenários para extração de quantidades:

- Baseada na estrutura de custo da obra;

- Baseada no cronograma.

Em ambos os casos os quantitativos levantados representam a curva “A” de custos, com os principais itens. Os quantitativos são utilizados para orçamento e dimensionamento de recursos, não sendo aplicáveis para processos de compra.

Para a extração de quantidades baseada no cronograma, é gerado um relatório (formato “.csv”) a partir do Primavera P6, contendo os seguintes campos:

WBS Path;
WBS Name;
Activity ID;
Activity Name;
Resource ID;
Resource Name;
Un.

Estas informações são suficientes para a preparação da planilha que gera o XML do catálogo, conforme explicado no capítulo 4.2 a seguir.

Quando as informações são baseadas na estrutura de quantitativos da obra, as informações são retiradas de sua origem (EAP de custos da obra ou planilha contratual de quantidades) e lançadas na planilha que gera o XML do catálogo.

4.2. Preparação do XML do catálogo e importação para o Navisworks

Após a importação dos modelos 3D configurados com os *Property Sets* para o Navisworks® (Figura 4.2.1), é criado o catálogo com a estrutura para extração de quantitativos personalizada, conforme as necessidades específicas da obra.

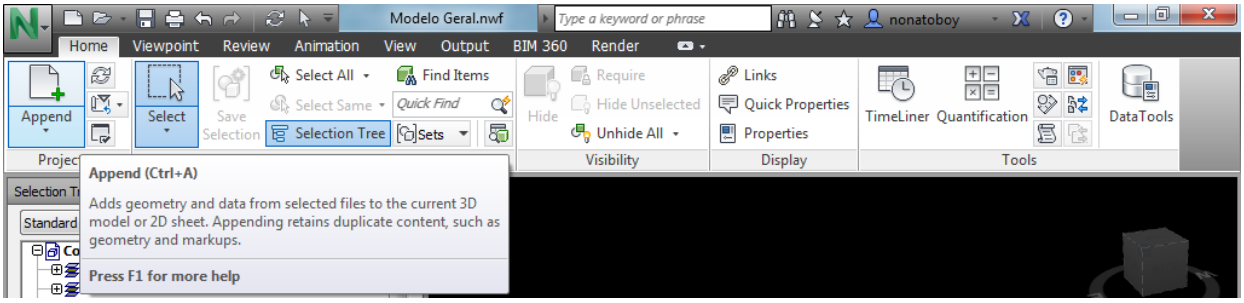


Figura 4.2.1 – Importação do modelo 3D no Autodesk® Navisworks®

Primeiramente na forma de uma planilha eletrônica, a estrutura de quantitativos é exportada do Excel no formato *XML* para posterior importação dentro do Autodesk® Navisworks® (figura 4.2.2).

A planilha de modelo para a criação da estrutura de quantitativos em Excel, assim como as orientações para seu uso, podem ser encontradas na página de suporte do Navisworks®:

https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/navisworks-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/Navisworks/files/GUID-5C6AE212-ACE5-4B08-A591-C71245F78A09-htm.html

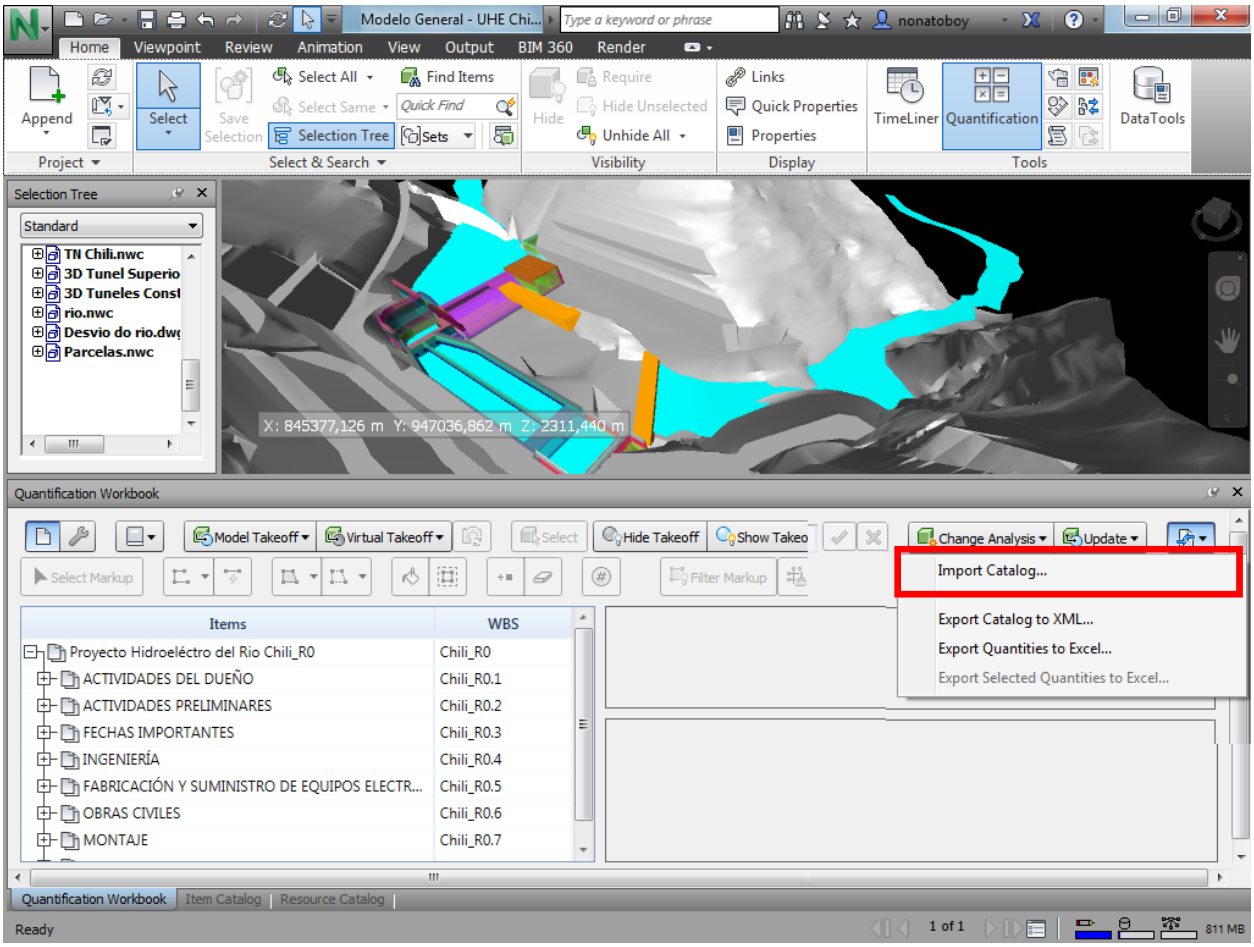


Figura 4.2.2 – Localização do comando para importação de catálogo personalizado

4.3. Mapeamento das propriedades para quantificação

Para que o Autodesk® Navisworks® entenda a correspondência dos parâmetros existentes no software com os parâmetros criados através da funcionalidade *Properties Sets*, antes de iniciar a quantificação é necessário realizar o mapeamento de propriedades pela aba *Item Catalog* (figura 4.3.1).

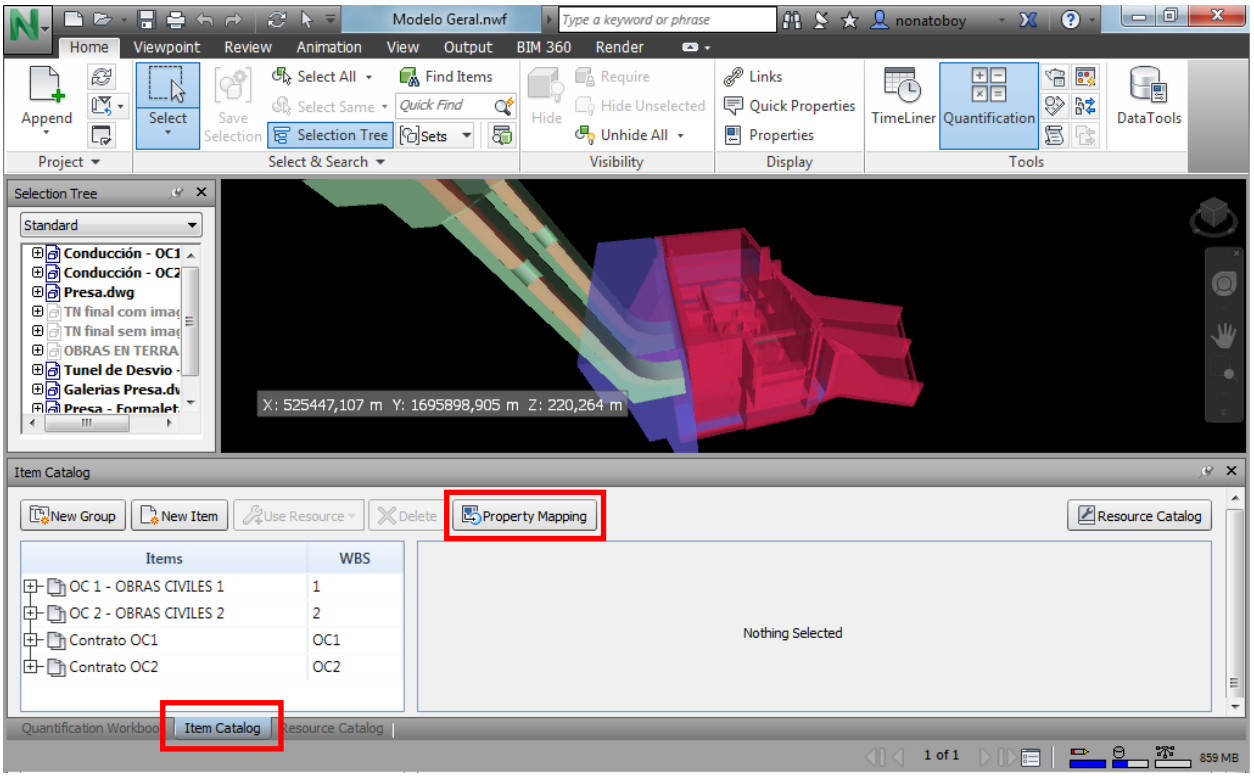


Figura 4.3.1 – Localização do botão para mapeamento das propriedades

Para cada parâmetro deve-se criar uma nova regra, conforme exemplo a seguir (figura 4.3.2):

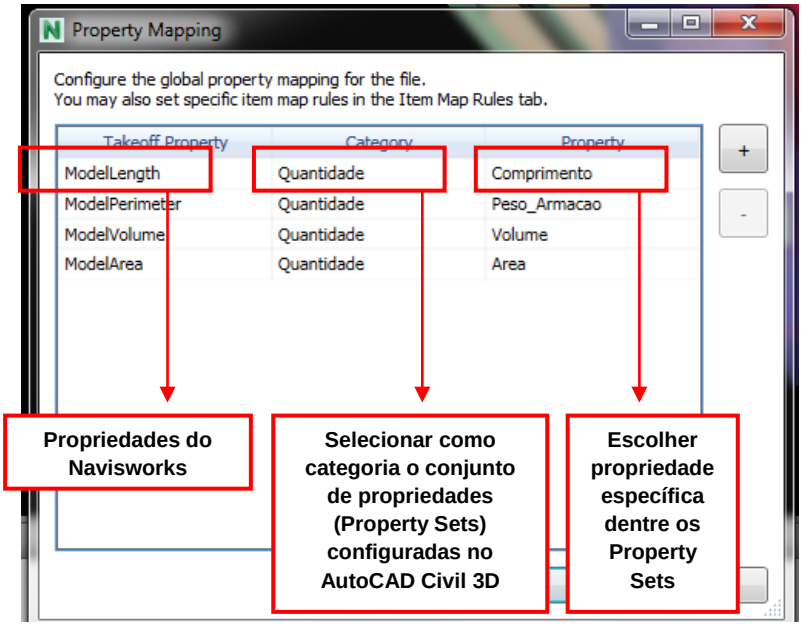


Figura 4.3.2 – Criação de regras para as propriedades de quantificação

5. Extração de quantidades (takeoff quantity)

5.1. Associação dos objetos 3D ao catálogo;

Com o modelo 3D e o catálogo disponíveis, podemos associar os objetos 3D ao item correspondente no catálogo, obtendo assim os quantitativos.

Na *Selection Tree,* selecionar o objeto 3D e no *Quantification Workbook* selecionar o item do catálogo de quantidades (figura 5.1.1).

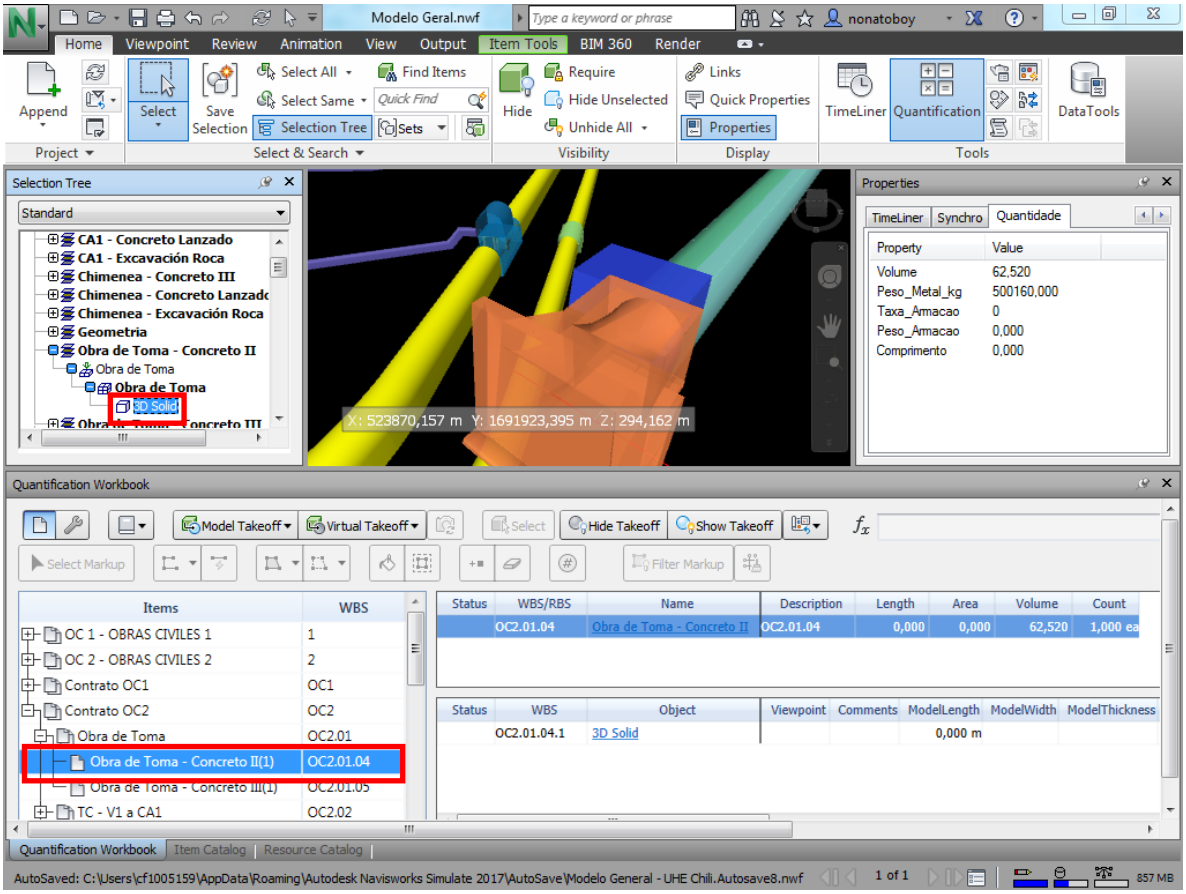


Figura 5.1.1 – Seleção dos itens na Selection Tree para execução do Takeoff

Por fim, executar a extração de quantidades do objeto 3D através do comando *Take off to Selected,* em *Model Takeoff* (figura 5.1.2).

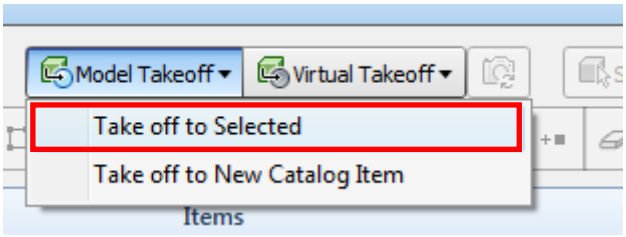


Figura 5.1.2 – Comando *Take off to Selected*

6. Exportação das quantidades do Navisworks® para o Excel

A qualquer momento é possível exportar as informações de quantidades no formato MS-Excel. O comando para esta exportação fica na aba Quantification Workbook (figura 6.1)

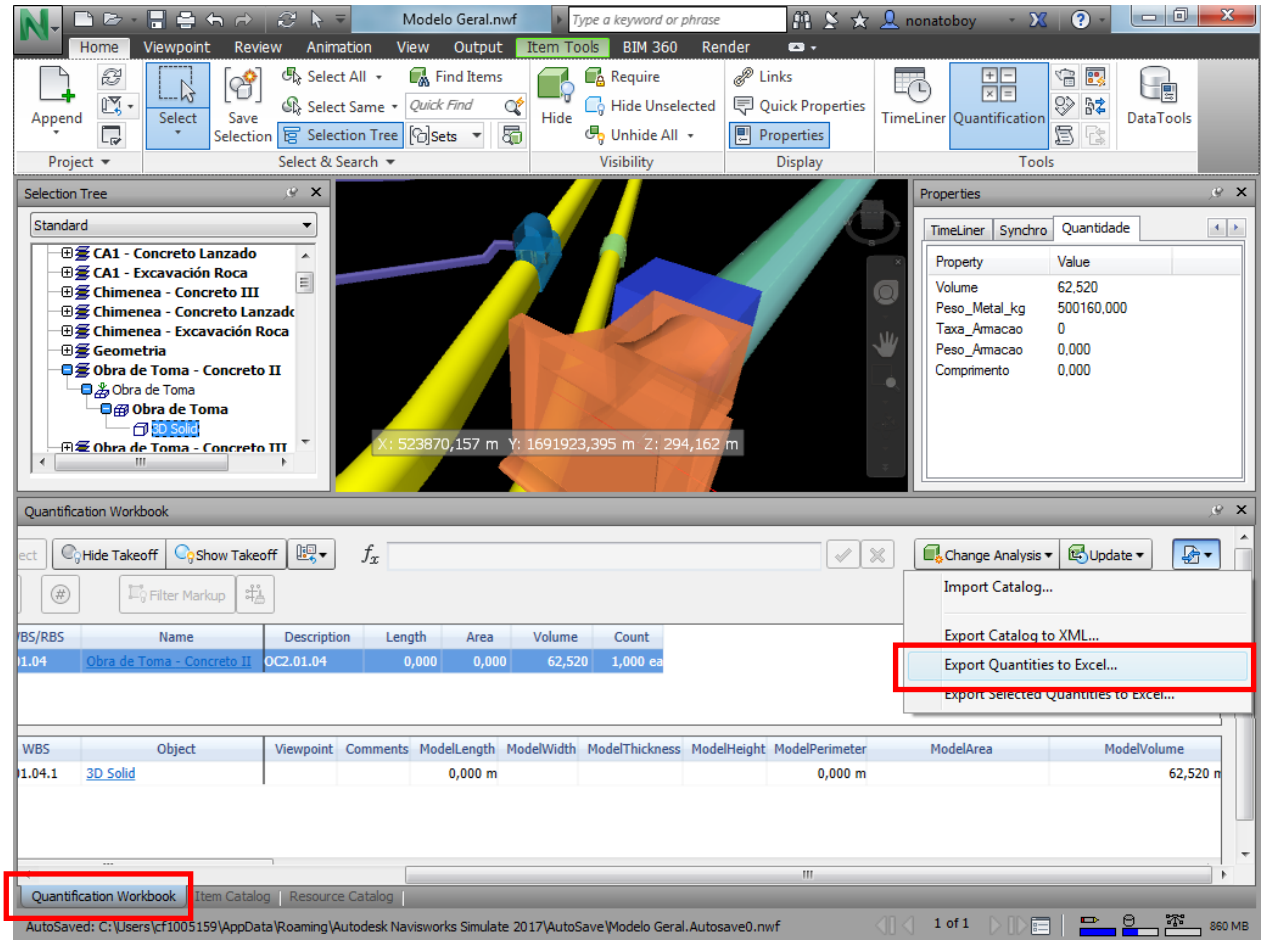
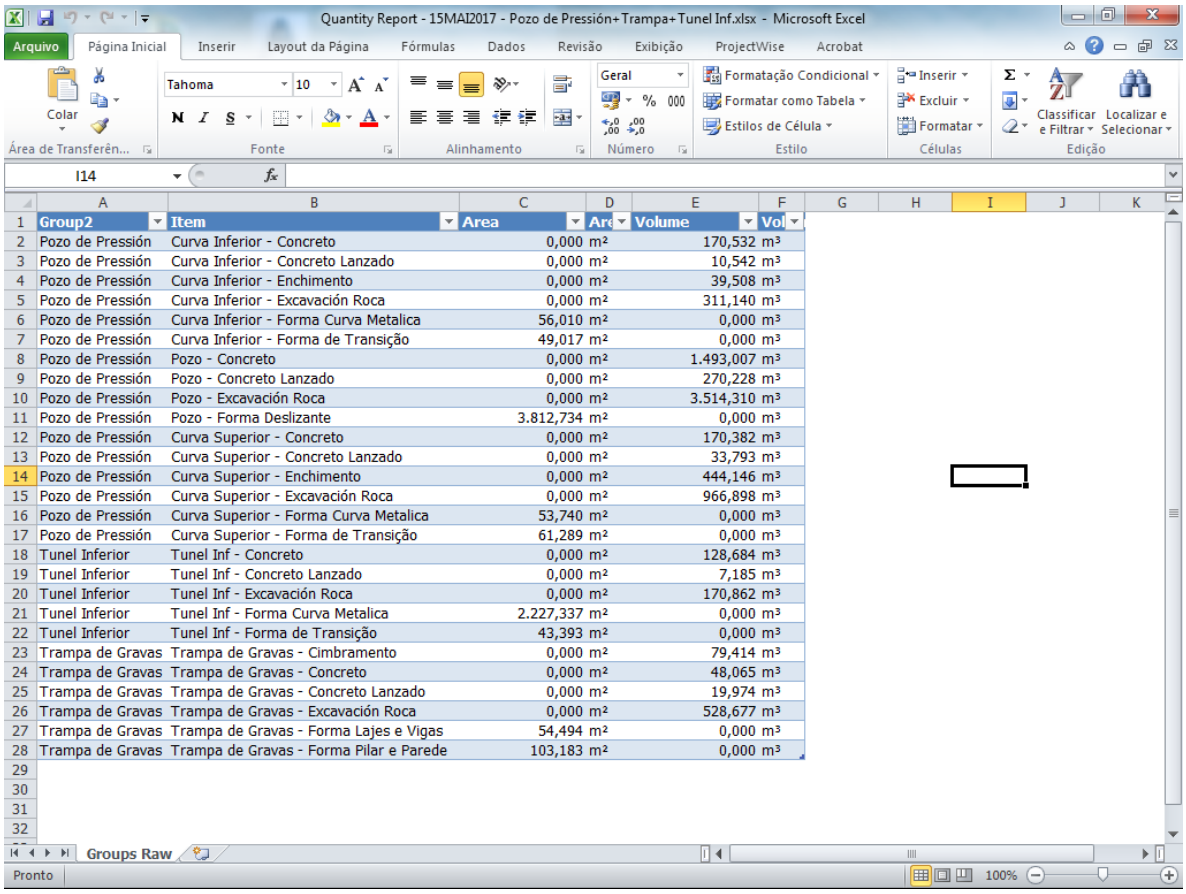


Figura 6.1 – Localização do comando para exportação das quantidades para o MS-Excel

A planilha gerada contém as informações organizadas como banco de dados, com dois níveis de detalhamento: objeto 3D por objeto 3D ou sumarizado nos itens do catálogo. Assumindo que cada item do catalogo já está no nível desejado para utilização dos quantitativos, descartamos da planilha os itens por objeto 3D.

Um exemplo do resultado final em MS-Excel que é enviado aos orçamentistas e/ou planejadores está a seguir na figura 6.2.



	Group2	Item	Area	Volume
2	Pozo de Pressión	Curva Inferior - Concreto	0,000 m²	170,532 m³
3	Pozo de Pressión	Curva Inferior - Concreto Lanzado	0,000 m²	10,542 m³
4	Pozo de Pressión	Curva Inferior - Enchimento	0,000 m²	39,508 m³
5	Pozo de Pressión	Curva Inferior - Excavación Roca	0,000 m²	311,140 m³
6	Pozo de Pressión	Curva Inferior - Forma Curva Metalica	56,010 m²	0,000 m³
7	Pozo de Pressión	Curva Inferior - Forma de Transição	49,017 m²	0,000 m³
8	Pozo de Pressión	Pozo - Concreto	0,000 m²	1.493,007 m³
9	Pozo de Pressión	Pozo - Concreto Lanzado	0,000 m²	270,228 m³
10	Pozo de Pressión	Pozo - Excavación Roca	0,000 m²	3.514,310 m³
11	Pozo de Pressión	Pozo - Forma Deslizante	3.812,734 m²	0,000 m³
12	Pozo de Pressión	Curva Superior - Concreto	0,000 m²	170,382 m³
13	Pozo de Pressión	Curva Superior - Concreto Lanzado	0,000 m²	33,793 m³
14	Pozo de Pressión	Curva Superior - Enchimento	0,000 m²	444,146 m³
15	Pozo de Pressión	Curva Superior - Excavación Roca	0,000 m²	966,898 m³
16	Pozo de Pressión	Curva Superior - Forma Curva Metalica	53,740 m²	0,000 m³
17	Pozo de Pressión	Curva Superior - Forma de Transição	61,289 m²	0,000 m³
18	Tunel Inferior	Tunel Inf - Concreto	0,000 m²	128,684 m³
19	Tunel Inferior	Tunel Inf - Concreto Lanzado	0,000 m²	7,185 m³
20	Tunel Inferior	Tunel Inf - Excavación Roca	0,000 m²	170,862 m³
21	Tunel Inferior	Tunel Inf - Forma Curva Metalica	2.227,337 m²	0,000 m³
22	Tunel Inferior	Tunel Inf - Forma de Transição	43,393 m²	0,000 m³
23	Trampa de Gravas	Trampa de Gravas - Cimbramento	0,000 m²	79,414 m³
24	Trampa de Gravas	Trampa de Gravas - Concreto	0,000 m²	48,065 m³
25	Trampa de Gravas	Trampa de Gravas - Concreto Lanzado	0,000 m²	19,974 m³
26	Trampa de Gravas	Trampa de Gravas - Excavación Roca	0,000 m²	528,677 m³
27	Trampa de Gravas	Trampa de Gravas - Forma Lajes e Vigas	54,494 m²	0,000 m³
28	Trampa de Gravas	Trampa de Gravas - Forma Pilar e Parede	103,183 m²	0,000 m³

Figura 6.2 – Planilha MS-Excel com os quantitativos finais extraídos do Navisworks®.

7. Considerações finais

As funcionalidades aqui apresentadas potencializaram o uso dos Modelos 3D desenvolvidos em AutoCAD®, reduzindo significativamente o trabalho manual para extração de quantidades (estimamos esta redução em 80% no esforço necessário). Podemos ainda afirmar que a confiabilidade dos cálculos nas extrações de quantidades baseadas nos *Property Sets* é bem maior em relação ao processo manual, equiparando-se a extrações em Modelos 3D criados em ferramentas BIM, pois permite a organização das informações de maneira coordenada e consistente em uma única base digital.

8. Referências Bibliográficas

ALDER, M. A. **Comparing time and accuracy of building information modeling to onscreen take off for a quantity takeoff on a conceptual estimate**. Dissertação (Master of Science). School of Technology Brigham Young University, 2006.

RUNDELL, R. **1-2-3 Revit: BIM and Cost Estimation**. Cadalyst Magazine. 2006. Disponível em: <http://www.cadalyst.com/cad/building-design/1-2-3-revit-bim-and-cost-estimating-part-1-3350>. Acesso em: 17 nov. 2015.