

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS

FÁBIO BATISTA DA SILVA

**USO DO CAD 3D NA INTEGRAÇÃO DE PROJETOS NA
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**

**PALMAS-TO
2009**

FÁBIO BATISTA DA SILVA

**USO DO CAD 3D NA INTEGRAÇÃO DE PROJETOS NA
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação da Área
de Construção Civil como requisito
parcial para obtenção da conclusão do
Curso Superior de Tecnologia em
Construção de Edifícios do Instituto
Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins, Campus
Palmas

**Orientador Prof. M.Sc. Thiago Dias De
Araujo E Silva**

**Co-orientador Prof. M.Sc. Gilson
Marafiga Pedroso**

**PALMAS-TO
2009**

USO DO CAD 3D NA INTEGRAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como cumprimento às exigências legais do currículo do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios pela Coordenação da Área de Construção Civil no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas.

Palmas, 11 de Dezembro de 2009.

Prof. Eng. Civil M.Sc. Thiago Dias Araújo Silva
Supervisor do Trabalho de Conclusão de Curso

Prof. Eng. Civil Dr. Valentim Capuzzo Neto
Coordenador

Banca Examinadora:

Prof. Eng. Civil M.Sc. Thiago Dias Araújo Silva
Presidente e Orientador

Prof. Eng. Civil M.Sc. Gilson Marafiga Pedroso
Co-Orientador

Prof. Eng. Civil Dr. Valentim Capuzzo Neto
Membro de Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Na certeza de que sem Deus não poderia estar escrevendo este tema, é que lhe rendo eterna honra, pois ele permitiu a minha criação através de meus Pais, José e Maria, que me formou como ser humano, e me entregou a minha doce esposa, Eliane, que soube ter paciência e me sustentou nesta caminhada, compartilhada pelos meus doces e amados filhos, Gabriela, Pedro Henrique, Luís Felipe e Paulo Gabriel, onde a minha ausência é irrecuperável. Sem me esquecer de que o sangue, que corre por todo o meu corpo, está ligado aos meus irmãos Junior e Sérgio, que me deram apoio moral e físico, que foi fundamental para prosseguir na luta pedagógica, sustentado pelo dia a dia de meus mestres, que me orientaram para o único objetivo de me formar um profissional, capaz, responsável e consciente de meus atos na Arte de Edificar.

RESUMO

A integração de projetos em edifícios surge com a necessidade crescente pela busca da qualidade da construção civil aliada ao crescimento consciente dos direitos dos consumidores. Com a crescente demanda de recurso de tecnologia CAD, é possível otimizar a integração de projetos com recursos tridimensional, garantindo maior clareza no processo de tomada de decisão e ou correções que se faça necessário para evitar que o empreendimento não se torne inviável para quem vende ou para quem compra. Por ser uma regra na atualidade a grande maioria dos projetistas, utiliza o AutoCAD como base de ligação entre criação e armazenamento dos dados. O integrador de posse desses arquivos, visualiza os projetos em ambiente bidimensional para análise das interferências possíveis, podendo não perceber quando uma rede sobrepõe a outra em função de não ser possível visualizar a altura exata que a rede foi lançada. Ao utilizar o recurso de lançamento de rede unifilar 3D no AutoCAD, possibilitará ao integrador a opção de visualizar em um ambiente tridimensional em tempo real, todas as redes isoladas ou combinadas, permitindo assim, fazer a interação entre os profissionais que elaboraram os projetos. Podendo ter a percepção da continuidade da rede entre os pavimentos do edifício.

Palavras-chave:

Integrador, AutoCAD, compatibilização, tridimensional

ABSTRACT

The integration of building projects appears with the increasing necessity for the search of the quality of building construction allied conscientious growth of the rights of the consumers. With the increasing demand of resource of technology CAD, it is possible to optimize the integration of projects with resources of three-dimensional, guaranteeing clarity in the decision-making process and or corrections that if make necessary to prevent that the enterprise does not become impracticable for who sell or who purchase. Currently the great majority of the designers use the AutoCAD as base of linking between creation and storage of the data. The integrator of ownership of these archives, visualizes the projects in two-dimensional environment for analyzes of the possible interferences, being able not to perceive when a net overlaps to another one in function of not being possible to visualize the height accurate that net was launched. When using the resource of launching of net unifilar 3D in the AutoCAD, will be possible to the integrator the option to visualize in a three-dimensional environment in real time, all the isolated nets or connect, thus allowing, to make the interaction between the professionals who had elaborated the projects. Being able to have the perception of the continuity of the net it enters the floors of the building.

Key-words:

Intregation , AutoCAD, compatibility, three-dimensional

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Detalhe recorte na viga.....	17
Figura 2 - Detalhe de eletroduto desviado	18
Figura 3- Apartamento recém-comprado	19
Figura 4- tela AutoCAD 2006 (Ambiente de trabalho).....	21
Figura 5- Janela Drafting Settings (configuração Object Snap)	28
Figura 6- Janela Options (configuração dos grips).....	29
Figura 7- Janela Layer Properties Manager (criação de layers).....	30
Figura 8- Janela <i>Select Linetype</i> (escolha tipo linha).....	31
Figura 9- escolha do tipo de linha	31
Figura 10 – janela Xref Manager.....	34
Figura 11 Janela select Refence File	34
Figura 11 a - Object Osnap	38
Figura 12 – Planta baixa pavimento térreo.....	40
Figura 13 – Planta baixa pavimento Tipo (3x).....	41
Figura 14 – Corte BB.....	41
Figura 15 – Fachada Principal	42
Figura 16 – Planta Baixa isolada apartamento pavimento Térreo.....	42
Figura 17– Planta Baixa isolada apartamento pavimento Tipo (3x)	43
Figura 18– Planta Hidráulica pavimento Térreo	43
Figura 19 – Planta Hidráulica pavimento Tipo (3x)	44
Figura 20 – Legenda Hidráulica	44
Figura 21 – Planta Sanitária pavimento Térreo.....	44
Figura 22 – Planta Sanitária pavimento Tipo (3x)	45
Figura 23 – Legenda Sanitária	45
Figura 24– Planta Elétrica pavimento Térreo	45
Figura 25 – Planta Elétrica pavimento Tipo (3x)	46
Figura 26 – Legenda Elétrica	46
Figura 27 - lista de <i>layers</i> unifilar	47
Figura 28 – liga visualização de espessura na tela.....	47
Figura 29 – eixo da linha de rede sanitária	48
Figura 30 – eixo de rede deslocado no plano Z	48
Figura 31– eixo de rede verticais no plano Z	49
Figura 32– rede unifilar 3D sanitária	49
Figura 33 – integração unifilar 3D isolada da rede sanitária	50
Figura 34 – integração unifilar 3D ampliada da rede sanitária	51
Figura 35 – integração unifilar 3D geral dos pavimento térreo e tipo	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AUTOCAD PRODUTO CRIADO E COMERCIALIZADO PELA AUTODESK, INC.

CAD COMPUTER ASSIST DESIGN” DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

DXF AUTODESK DRAWING INTERCHANGE FORMAT É UM ARQUIVO DE INTERCÂMBIO PARA MODELOS DE CAD

UCS *UNIVERSAL COODINATE SYSTEM* – SISTEMA UNIVERSAL DE COORDENADAS

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. TEMA DA PESQUISA	12
1.2. PROBLEMA	12
1.3. HIPÓTESE	13
1.4. OBJETIVOS	13
1.5. OBJETIVO GERAL	13
1.6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.7. JUSTIFICATIVA	14
1.8. MÉTODO DA PESQUISA	15
1.9. ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2. REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1. AUTOCAD	20
2.1.1. CONCEITO	20
2.1.2. FERRAMENTAS	20
2.1.3. APRESENTAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO	21
2.1.4. MENU DE BARRAS	23
2.1.5. ÍCONES DE COMANDO	23
2.1.6. FUNÇÕES DO TECLADO	24
2.1.7. COMANDO DE CRIAÇÃO E EDIÇÃO	24
2.1.8. COMANDO PRECISÃO DO OSNAP	25
2.1.9. MODIFICANDO ENTIDADES	26
2.1.10. MOVENDO ENTIDADES (comando move)	26
2.1.11. ROTACIONANDO ENTIDADES (comando <i>rotate</i>)	26
2.1.12. COMANDO PROPERTIES E MATCH PROPERTIES	27
2.1.13. CRIAÇÃO DE CÓPIAS	27
2.1.14. VERIFICAÇÃO DE ENTIDADES	27
2.1.15. OBJECT SNAP	28
2.1.16. LAYERS OU CAMADA DE TRABALHO	30
2.1.17. CRIANDO UM LAYER	30

2.1.18. LAYER CORRENTE	32
2.1.19. ELIMINANDO LAYER	33
2.1.20. BYLAYER E BYBLOCK	33
2.1.21. COMANDO XREF MANAGER	33
2.2. TRABALHANDO NO ESPAÇO TRIDIMENSIONAL	34
2.2.1. VISUALIZAÇÃO	35
2.2.2. SISTEMA DE COORDENADAS	37
2.2.3. FILTROS DE SELEÇÃO	37
2.2.4. VISTAS ORTONORMADAS	38
2.2.5. VIEWPORTS (<i>janelas de visualização</i>)	39
3. PROJETO PILOTO	39
3.1. ESCOLHA DO PROJETO PILOTO	39
3.2. PROJETO ARQUITETÔNICO	40
3.3. PROJETOS COMPLEMENTARES	43
4. UNILIFAR 3D	46
4.1. DESENVOLVIMENTO UNILIFAR 3D	46
4.2. INTEGRAÇÃO UNIFILAR 3D	50
4.2.1. ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO UNIFILAR 3D	50
4.3. ANÁLISE	52
5. CONCLUSÃO	53
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	54

1. INTRODUÇÃO

A integração de projeto na construção de edifícios é a condição primeira de se ter em mãos uma ferramenta capaz de analisar elementos executivos que possam no futuro atravancar a execução da obra. Para tanto é necessário que o integrador de projeto conheça bem as fases do processo executivo e consiga diagnosticar possíveis falhas ou entraves. Que será corrigido ainda na fase de projeto. Com base em uma necessidade, cada vez mais aprimorada do mercado de trabalho, estar bastante competitiva, é que se deve lançar mão de tecnologias que ajudem a melhorar o campo de visão no processo de avaliação e análise dos projetos.

Existem inúmeras ferramentas de desenho assistido por computador “*computer assist design*” CAD, neste trabalho será utilizado o AutoCAD, marca da empresa “Autodesk”, *software* conhecido pela maioria dos projetistas e acadêmicos desta instituição, pois o mesmo é ministrado na grade de Desenho Assistido por Computador. Este possui ferramentas de desenvolvimento tridimensional que poderá auxiliar com mais ênfase na análise da integração dos projetos, já que a sobreposição dos desenhos se fará por camadas no espaço tridimensional. Espera-se melhorar a compreensão da análise dos projetos sem onerar os custos.

O que dificulta muitas vezes os serviços de compatibilização, é o fato dos projetistas trabalharem separadamente, utilizando *softwares* específicos não podendo ser analisado conjuntamente. Por possuírem linguagem computacional incompatível entre si, partindo do pressuposto que os mesmos projetistas exportam a base bidimensional ou utilizam aplicativos que façam o acabamento no AutoCAD, realizando a impressão, para que seja feita as revisões e aprovações nos órgãos legisladores. Tendo ao final o documento para ser arquivado e utilizado em caso de fiscalizações e execução do mesmo, dificultando ao integrador poder em um curto período fazer a leitura das possíveis interferências, sobreposições e até mesmo erro de sobreposição das redes no plano bidimensional.

Como facilitador se planeja utilizar o próprio AutoCAD para integrar, utilizando a criação de linhas sobre o caminhamento das redes, mas deslocando estas no eixo **Z** do plano tridimensional, conjuntamente mostrando

as linhas verticais e horizontais em perspectiva. Diferenciando os elementos com uma legenda de cores que caracterizaram as redes, que provavelmente se verificará as possíveis interferências pelos seus eixos, onde a conexão se furtará aos nós representados no diagrama.

Diminuindo o prazo para o lançamento, dispensa-se o uso de bibliotecas de peças e conexões dos diferentes materiais, minimizando maiores investimentos pelo integrador. Tendo como base o espaço tridimensional, o integrador escolherá um ponto que seja comum em todos os projetos, como caixas de escada, elevador, fosso de ventilação ou outro, sendo possível a análise. O que poderá resultar em um parecer ao gerente de projeto, para que se faça as adequações necessárias antes da execução evitando retrabalho e desperdício de material.

1.1. TEMA DA PESQUISA

Utilizar os recursos da representação gráfica em (3D), com auxílio da ferramenta AutoCAD através das vistas ortográficas (2D), utilizando os recursos do sistema de coordenadas do usuário – UCS (*user coordinate system*), com linhas diferenciadas pela cor para representar os equipamentos que possam interferir na execução da obra.

1.2. PROBLEMA

A integração de projeto oferece garantia de que tudo está diretamente relacionado, os elementos construtivos deverão encaixar no lugar que foi planejado. A tubulação de água não vai atrapalhar a instalação do eletroduto e vice-versa, não se deve questionar solução no ato da execução, obedece rigorosamente o que foi planejado, o tempo perdido antes no planejamento se reverte em cronograma efetivo, totalmente confiável.

Verificar se a integração de projetos com auxílio do AutoCAD, utilizando diagrama unifilar tridimensional, distinguindo se os tipos de equipamentos como redes hidráulicas, sanitárias, eletroduto, facilitará a observar as interferências ou a não continuidade para execução.

1.3. HIPÓTESE

O uso do AutoCAD é utilizado pela maioria dos projetistas do mercado de trabalho e das instituições de ensino, podemos salientar que a maioria dos projetos são realizados e concluídos em ambiente (2D), embora já existam projetistas que apresentam detalhamento em (3D), a conclusão se dá em vistas ortográficas (2D).

Mesmo que o integrador utilize recursos como sobreposição de projetos, ainda assim não se percebe elementos de rede que passam na mesma altura já que estas não são vistas no plano (2D), o que poderá ser percebido em vistas ortográfica (3D), pois o AutoCAD permite em tempo real as mudanças de vistas.

1.4. OBJETIVOS

Realizar a integração de projeto com auxílio do computador utilizando *software* AutoCAD, analisar os arquivos dos projetos complementares entregues na linguagem nativa (DWG) pelos projetistas ao integrador, onde o mesmo fará o lançamento da rede nas vistas ortográfica (3D), diferenciando as redes por cores definido por camadas (*layers*), que o AutoCAD oferece como recurso.

1.5. OBJETIVO GERAL

Analisar se elaboração de diagrama unifilar tridimensional poderá auxiliar ao integrador de projetos e oferecer condições de diagnosticar se existem interferências que possam comprometer a execução da obra.

1.6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar através do lançamento de uma rede unifilar (3D), utilizando os recursos do AutoCAD, onde será desenvolvido com linhas separadas por camadas "*layers*" que diferirão os elementos construtivos com uma legenda de cores, dispostas em unidade de CAD no tamanho real da peça. Como deverá

seguir a base de desenho 2D, não poderá sofrer distorções no caminharmento de vista superior “*top*” (topo), ambiente de vista ortográfico (2D), e faz com que a união destes elementos em um único módulo, mostre simultaneamente, todas as redes, as linhas unifilares em vista ortográfica (3D). Ao cruzar no edifício tanto na superestrutura como na infra-estrutura, haverá um aumento do campo de atuação do integrador de projeto, podendo atribuir aos projetistas que façam as devidas revisões em tempo hábil, e não repasse as não conformidades ao executor de obra, fazendo com que o mesmo evite o retrabalho.

1.7. JUSTIFICATIVA

Ao utilizar o processo de geração unifilar tridimensional e integrando os elementos executivos, têm-se além da visão básica dos desenhos 2D, realizados por projetistas separadamente, geração de vistas 3D. Entende-se que esta vista facilitará o arranjo do conjunto arquitetônico com as interfaces, auxiliando no campo da integração de projetos.

A condição de unir todos os projetos pelo integrador é uma tarefa que requer discernimento, nem sempre há condições de visualizar as alterações do projetista de arquitetura com o projetista de cálculo. Isto pode gerar conflitos na execução, e conseqüentemente insatisfação ao cliente final, que terá um uso inadequado ao proposto, podendo se transformar em processos judiciais.

Quer verificar se a análise tridimensional unifilar pode captar informações obtendo o *briefing* (instrução específica, resumida), que muitas vezes somente nos desenhos em duas dimensões sobrepostos, fica imperceptível a transposição dos eletroduto, tubulações hidráulicas e outros, a interferência nas armaduras de vigas e pilares ou obstruções.

Utilizar os recursos computacionais em sistema CAD, criando desenhos unifilares em três dimensões, amarrando os diversos projetos por pontos de referências conhecidos e que não possam sofrer modificações, como exemplo: fosso de elevador, caixas de escada.

Analisar o caminho sequencial para elaboração concisa dos projetos eliminando possíveis interferências.

1.8. MÉTODO DA PESQUISA

A metodologia a ser realizada será a o processo descritivo de como realizar o desenvolvimento da rede unifilar (3D), tendo como base o arquivo digital de desenho nativo DWG da planta baixa em (2D), desenvolvido pelos respectivos projetistas de cada área como projeto hidráulico, projeto sanitário e projeto elétrico.

Podendo posteriormente unir cada unifilar através de um ponto conhecido no projeto que tenha como característica, ser referencia física construtiva da obra e que não possa sofrer alterações comprometendo a interface construtiva, como Hal do elevador ou caixa de escada.

O objetivo deste estudo é mostrar um recurso pré existente no AutoCAD, utilizando ferramentas que pode ser facilmente usada por usuários de AutoCAD que já possuem conhecimento com as ferramentas bidimensionais aplicando-as conjuntamente aos recursos básicos tridimensionais, aumentando sucintamente os recursos de análise que o integrador de projetos precisa para analisar as interferências que possam comprometer a execução da obra, sem precisar em um primeiro momento aplicar recursos financeiros em ferramentas ou aplicativos que muitas vezes não são compatíveis com os utilizados por projetistas de diversas áreas, onde os mesmo terminam por exportarem seus arquivos para a plataforma “DXF”(AutoDesk Drawing Interchange format), é um arquivo de intercâmbio para modelos de CAD. Este arquivo é muito importante pois se torna um espécie de padrão internacional para todos os programas de cad e áreas correlatas.

1.9. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho será descrito e desenvolvido em quatro capítulos, no Capítulo 1 será apresentado a Revisão da Literatura descrevendo os efeitos da não realização da integração de projeto na execução das obras. No Capítulo 2 será apresentada a descrição e as ferramentas do AutoCAD que poderá ser utilizada na criação do diagrama unifilar tridimensional. Já no Capítulo 3 utilizaremos um projeto piloto demonstrando o processo da criação e o lançamento unifilar 3D, nos respectivos projetos e como concatenar em um

único módulo para se obter as vistas ortogonais 3D. O Capítulo 4 as conclusões do trabalho e as propostas de trabalhos futuros.

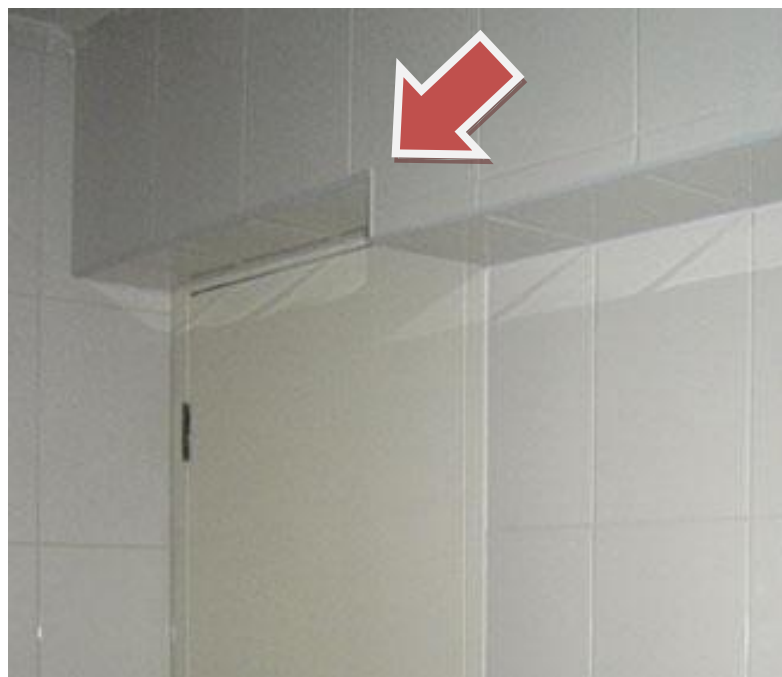
2. REVISÃO DA LITERATURA

A integração de projetos para edifícios é um processo de detalhamento técnico que deve ser mais elaborado dentro das normas, somada com a experiência adquirida nas etapas de cada obra, o que resulta em eficiência por si só, o gerente de projetos deve preocupar em cobrar resultados identificados por novas tecnologias ou fazer com que os projetos fiquem amarrados de forma um depender do outro não deixando escapar nenhum detalhe.

“a busca da qualidade na construção civil mostrou que o processo de projeto tornou-se um elo fundamental da cadeia produtiva. Além de instrumento de decisão sobre as características do produto, o projeto influi diretamente nos resultados econômicos dos empreendimentos e interfere na eficiência de seus processos. As decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento têm grande participação na redução dos custos e das falhas do edifício e representam importante informação de apoio à produção.”

(Projetos integrados. Técnica, ago., 2007, ed.125)

Antes que de iniciar qualquer projeto fica claro que discutir o processo como um todo é essencial para uma prática correta no que se refere ao bom desempenho do planejamento e desenvolvimento, sobretudo, não deixar dúvida que possa comprometer os prazos, pois é a falta desse que leva aos atropelos, e certamente a erros, como exposto na figura 01 p.17,e figura 02 p.18,para acomodar a porta, a viga foi cortada alterando suas condições de resistência.



FONTE: Projetos integrados. **Téchne**, ago., 2007, ed. 125
Figura 1 Detalhe recorte na viga

“ Uma análise mais cuidadosa revela que decisões e concepções de caráter processual são desenvolvidas a montante, na programação do empreendimento e, a jusante, nos projetos para produção do edifício e, muitas vezes, na própria obra. Desta forma, o desenvolvimento de novos produtos na construção configura-se de forma fragmentada entre programa – projeto – produção com diferentes equipes responsáveis por cada uma destas três áreas. Além disso, a mobilização dos profissionais destas equipes ocorre de forma sequencial de acordo com a fase de desenvolvimento do produto, configurando equipes de projeto temporárias e variáveis ao longo do empreendimento. ”

(FABRÍCIO e MELHADO, 2001).



Figura 2 Detalhe de eletroduto desviado

“apesar de a responsabilidade pela compatibilização de projetos não ser do coordenador, esse profissional deve contar com experiência de obra para perceber conflitos entre especialidades. Uma coordenação atenta evita retrabalhos e pode influenciar positivamente no desempenho global da edificação.”

Fonte (Projetos integrados. Técnica, jun., 2008, ed. 135)

A coordenação de projetos tem que administrar egos individuais ao propósito final, nem sempre o coordenador é alguém de fora, pode ser o próprio arquiteto ou gerente de projetos da construtora, desde que tenha discernimento necessário para argumentar e substituir por novas tecnologias. É preciso que o coordenador traga a experiência de campo para a prancheta.

Mudar um processo pode ser a diferença em fazer o certo ou errado, pois decisões não tomadas a tempo na concepção do projeto certamente serão realizadas *“in loco”*.

Diante do exposto é que obra pode ser feita sem ou com integração de projeto, a diferença é que o tempo ganho em projetos mal planejados poderá ocasionar retrabalho ou gasto elevado na obra.

“Obras revelam falhas básicas em projetos arquitetônicos que tornam o apartamento menos funcional. Veja alguns exemplos da divisão de interiores figura 03. É muito comum entrar no apartamento recém-comprado e perceber que entre a área de dormitórios e a sala de estar não existe uma divisória ou em espaço. O comprador poderá também tentar abrir a porta do

quarto, com a porta do banheiro aberta, e não conseguir. Insatisfações como essas, que alarmam os compradores, poderiam facilmente ser resolvidas na fase de projeto, desde que o arquiteto "mandasse" no jogo e fosse a voz mais alta na hora de se tomar decisões de layout. Infelizmente, a voz que manda é a que vem do departamento de vendas", revela o arquiteto Gian Carlo Gasperini. Para ele, o maior estigma do arquiteto é o do profissional que constrói modelos bonitos, para serem vendidos, mas pouco racionais."

(GEROLLA, 2006.)



Figura 3 Apartamento recém-comprado

É preciso ter um propósito na construção ou ela realmente encara sua posição de indústria da construção ou assume projetos eficazes e racionais, de forma literal, é como um fabricante de automóvel, tudo é minuciosamente pensado antes de montar o veículo final. Capital de investimento, local para instalação da fábrica, equipe qualificada e treinada, material de qualidade, projeto definitivo, protótipo e outros mais, a montagem final se fará sabendo a quantidade exata de arruelas, cor do carro. Deixar para discutir no momento em que for aplicar a pintura, a fábrica poderá parar, já que a linha de montagem segue um rigoroso cronograma.

2.1. AUTOCAD

2.1.1. CONCEITO

AutoCAD é um *software* do tipo CAD — *computer aided design* ou desenho auxiliado por computador - criado e comercializado pela Autodesk, Inc. desde 1982. É utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões (2D) e para criação de modelos tridimensionais (3D). Além dos desenhos técnicos, o *software* vem disponibilizando, em suas versões mais recentes, vários recursos para visualização em diversos formatos. É amplamente utilizado em arquitetura, design de interiores, engenharia mecânica, engenharia geográfica e em vários outros ramos da indústria. O AutoCAD é atualmente disponibilizado apenas em versões para o sistema operacional Microsoft Windows, embora já tenham sido comercializadas versões para UNIX e Mac OS.

2.1.2. FERRAMENTAS

Será Utilizado como base de estudo as ferramentas do AutoCAD release 2006, por ser a versão base cursado nesta instituição, partindo do principio que o usuário de integração já tenha conhecimento dos comandos básicos em ambiente 2D, com isso relembrar alguns comandos básicos se faz necessário para associação com os comandos mais utilizados na criação do unifilar 3D.

2.1.3. APRESENTAÇÃO DO AMBIENTE DE TRABALHO

Veremos agora como é formado o ambiente de trabalho e as funções que ele exerce na elaboração de um desenho (figura 04).

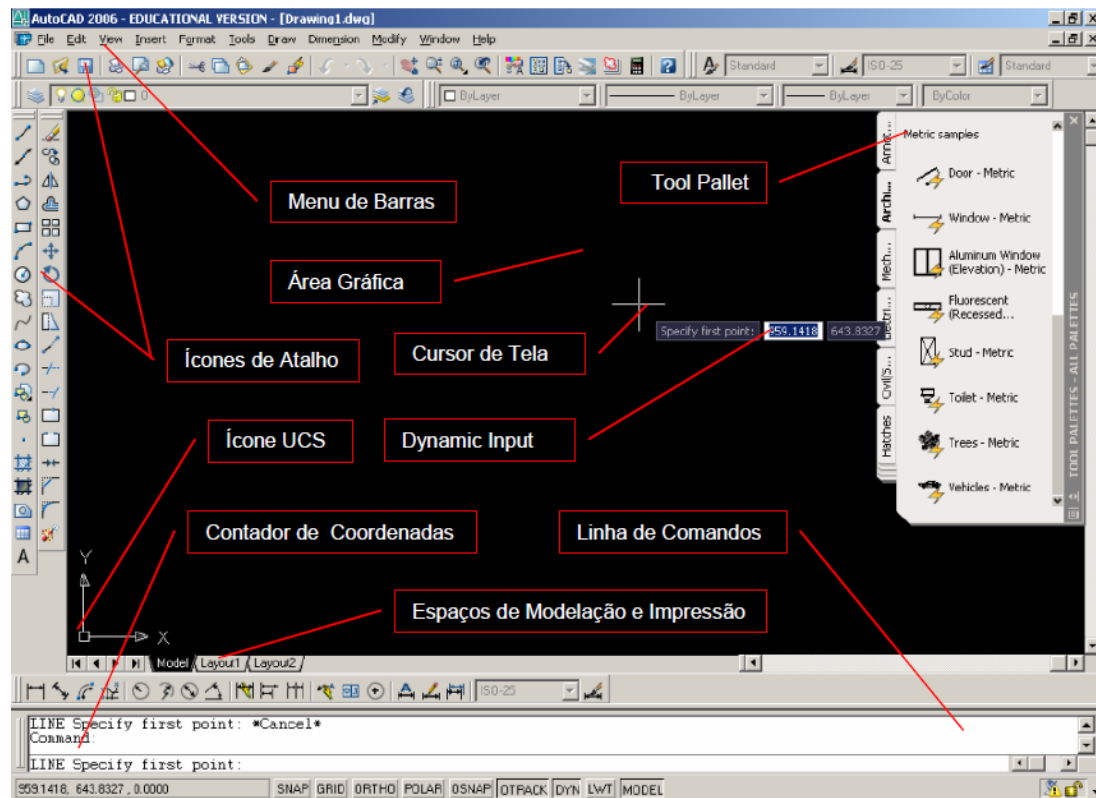


Figura 4 Tela AutoCAD 2006 (Ambiente de trabalho)

Área Gráfica – É o local onde visualizaremos e utilizaremos todos os comandos de construção, visualização e modificação de um desenho. Esta área possui dimensões infinitas. No desenho acima vemos a área gráfica do espaço de modelação (*model space*).

Linha de Comando – É a área onde é mostrado comando que está sendo utilizado. Quando seu status é *COMMAND:* (sem nada escrito na frente) significa que o AutoCAD está esperando por um comando, ou seja, ele está sem nenhum comando. Esta área também indica, além do comando ativo, o que o comando nos pede.

LEMBRE-SE: é muito importante acostumar a olhar sempre para esta região, pois ela mostra o comando que está sendo executado e os parâmetros necessários para concluí-los. A partir do AutoCAD 2006, esta região não pode ser desligada e podemos nos guiar somente pelo *Dynamic Input*, apesar deste

nem sempre mostrar todas as opções dos comandos. Para desabilitar ou reabilitar a linha de comando, digite CTRL+9.

Contador de Coordenadas – É o valor numérico da posição do cursor de tela. Esta unidade é adimensional. Podem ser mm, cm, km, polegadas, etc..., ou qualquer outra unidade imaginada, pois o AutoCAD não trabalha com unidades no desenho, e todos desenhos são feitos em escala real. Os números indicam as coordenadas cartesianas (X,Y). Por exemplo: 10,10 indica que a posição do cursor de tela é 10 unidade em relação ao eixo X e 10 unidades em relação ao eixo Y.

Cursor de Tela – Mostra a posição que o usuário se encontra na área gráfica. Assume também outras formas quando seleciona objetos.

Ícones de Atalho – **São ícones que tornam mais rápido o trabalho, evitando que o usuário do Autocad digite um comando na linha de comando ou de clicar no menu de barras suspenso para ativá-lo.**

Menu de Barras – Este é o menu superior, que contém todos os comandos do AutoCAD.

Ícone UCS – Ícone UCS (*Universal Coordinate System* – Sistema Universal de Coordenadas), utilizado para mostrar as coordenadas de trabalho.

Espaços de Modelação de Impressão – O AutoCAD é composto de dois ambientes de desenho. São eles: o *Model Space* (espaço de modelação) onde cria-se os desenho sempre em escala real e o *Paper Space* (espaço de impressão), diária o *layout* para apresentação do desenho. **Tool Pallet** – Esta ferramenta trouxe a versatilidade desta paleta totalmente customizável para aumentar a produtividade.

Dynamic Input –A partir da versão 2006 do programa o AutoCAD, foi incluído uma interface de comando similar à linha de comando, próxima do cursor. Isso mantém o foco do desenhista na área de trabalho. Pode ser usada para substituir a linha de comando quando esta estiver desabilitada.

2.1.4. MENU DE BARRAS

O Menu de Barras é formado por várias *POP'S*, cada um deles contendo comandos do AutoCAD, é o local onde se situam grande parte dos comandos que é utilizado neste trabalho. Veremos agora os Menus existentes no Menu de Barras

File – Possui comandos de edição para criar, fechar, importar exportar arquivos. Também possui, entre outros, comandos para imprimir desenhos e para sair do AutoCAD.

Edit – Possui comandos de edição e tabulação de desenhos.

View – Possui comandos de visualização do desenho, como por exemplo, dar um *zoom* no desenho.

Insert – Possui comandos de inserção de entidades do AutoCAD ou objetos de outros *softwares*.

Format – Configura vários parâmetros de comandos do AutoCAD.

Tools – Possui ferramentas do AutoCAD.

Draw – Possui comandos para desenhar no AutoCAD.

Dimension – Possui comandos de dimensionamento (criação de cotas).

Modify – Possui comandos que modificam e constroem entidades (desenhos) existentes.

Window – Menu para alternância de janelas (desenhos no caso), posicionamento da tela e fechá-las.

Help – Menu de ajuda do AutoCAD. Encontra-se em inglês.

2.1.5. ÍCONES DE COMANDO

Os ícones de comando são formados por ícones mostrados no AutoCAD. Para ativar utilize o botão de seleção do mouse (esquerdo). Quando existir uma “seta” na parte inferior do ícone, isto significa que existem outras funções e para mostrá-las basta segurar o botão de seleção por alguns segundos e aparecerão os outros ícones de comando. Podem-se customizar os ícones de comando ou adicionar mais barras de ícones de comando clicando com o botão direito sobre qualquer um destes.

2.1.6. FUNÇÕES DO TECLADO

O teclado exerce inúmeras funções nos comandos do AutoCAD.

F1 – Help – Ativa o comando de ajuda do AutoCAD

F2 – AutoCAD Text Window – Ativa e desativa a tela do AutoCAD Text Window, que na verdade é a linha de comando do AutoCAD, só que ampliado, mostrando mais linhas de comandos no monitor e dentro de uma janela.

F3 – Osnap On/Off – Liga e desliga o sistema automático de detecção de pontos de precisão (osnap)

F4 – Tablet On/Off - Ativa e desativa a mesa digitalizadora, se esta estiver sendo utilizada. Durante o curso não veremos como utilizar a mesa digitalizadora.

F5 – Isoplane Right/Left/Top – Muda o tipo de perspectiva para desenhos isométricos. Neste curso não veremos como desenhar isometricamente.

F6 – Coords On/Off – Liga e desliga o contador de coordenadas.

F7 – Grid On/Off – Liga e desliga p Grid, que é uma grade de referência que veremos posteriormente.

F8 – Ortho On/Off – Liga e desliga o método de criação de entidades ortogonais (vertical e horizontal).

F9 – Snap On/Off

F10 – Polar On/Off - Liga e desliga o método de criação polar (mostrando posições verticais e horizontal na areal de trabalho).

F11 – Otrack On/Off – Esta opção liga e desliga o OTrack (Object Snap Tracking), que nos ajuda a desenhar objetos em ângulos específicos ou em relações com outras entidades.

2.1.7. COMANDO DE CRIAÇÃO E EDIÇÃO

LINE – Constrói linhas, propriamente ditas, clicando na área de trabalho ou dando uma dimensão via teclado. Este comando pede um ponto inicial e um ponto final da linha, Pode-se fechar um “polígono de linhas” digitando C (Close) na Linha de Comando. Pode-se também voltar (apagar) a última linha sem sair do comando através do comando UNDO utilizado dentro do comando LINE. Basta digitar U.

ERASE – Apaga todas as entidades selecionadas por qualquer método de seleção. Todas entidades podem ser recuperadas (até certo ponto) após apagadas pelo comando UNDO, digitando-se U com o ERASE ativo ou inativo.

2.1.8. COMANDO PRECISÃO DO OSNAP

O nome OSNAP é dado ao menu de comando de precisão do AutoCAD, que são comandos que reconhecem pontos importantes de entidades; qualquer que ela seja. Para ativar o menu OSNAP basta clicar no botão do meio do mouse se este for configurado para tal, senão pressione as teclas Shift + Enter e selecionar com o botão de seleção a opção de precisão desejada. Se não quiser o OSNAP, se este tiver sido clicado acidentalmente, pressione o botão de seleção fora dele ou utilize a opção **None**.

Algumas das opções do menu OSNAP são direcionadas para desenhos tridimensionais. Para desenhos que exigem precisão é muito importante a utilização desses comandos, pois somente a partir deles você conseguirá um projeto confiável. Principais comandos de precisão:

EndPoint - Seleciona o ponto final de uma linha, não importando como ela foi formada (pelos comandos Polyline , Line, Rectangle, Polygon, etc). Nenhum influi na captação deste ponto, nem de qualquer outro mencionado abaixo.

MidPoint - Seleciona o ponto médio de uma linha.

Intersection - Seleciona o ponto de intersecção entre duas entidades.

Apparent Intersection - Seleciona uma intersecção aparente: não existente entre duas entidades.

Center - Seleciona o centro de uma circunferência ou de um arco.

Quadrant - Seleciona o ponto de quadrante de uma circunferência ou de um arco.

Perpendicular - Seleciona o ponto perpendicular de uma entidade em relação à outra. Usa-se para esticar ou construir linhas perpendiculares a outras existentes.

Tangent – Utilizado para construir entidades tangentes à outra já existente, podendo ser feito entre linhas e círculos, linhas e arcos, círculos e círculos e arcos e arcos.

Node - Seleciona como referencia um ponto construído com o comando POINT.

Insertion - Seleciona o ponto de inserção de textos, blocos e atributos, que depende do método em que estes são colocados na área gráfica.

Nearest - Seleciona um ponto qualquer em qualquer entidade, dependendo da posição do clique de seleção sobre ela.

Extension – Seleciona um ponto a partir de uma extensão de um *Endpoint*, podendo até digitar um valor.

Parallel – Constrói entidades paralelas a outras já existentes.

Mid Between 2 Points – Seleciona o ponto médio entre dois pontos clicados na área Gráfica

None - Cancela o menu *OSNAP*, assim como clicando com o botão de seleção na área gráfica produz o mesmo efeito.

2.1.9. MODIFICANDO ENTIDADES

Todas entidades criadas pelo AutoCAD podem ser alteradas de alguma forma, acessando o MENU *MODIFY*.

2.1.10. MOVENDO ENTIDADES (comando move)

Este comando move uma ou mais entidades de uma posição para outra, podendo, assim como qualquer outro comando de modificação que veremos em seguida, utilizar-se dos comandos de precisão (menu Osnap) ou de coordenadas. Ao acionarmos o comando ele nos pede para selecionarmos entidades, depois pede um ponto de origem que é o ponto referencia para mover a entidade e um ponto de destino que é a distância movida em relação ao ponto de origem.

2.1.11. ROTACIONANDO ENTIDADES (comando rotate)

Este comando rotaciona uma ou mais entidades em torno de eixo pré-especificado. Ao acionarmos o comando, ele nos pede para selecionarmos entidades, após selecionarmos clicamos num ponto de área gráfica que é o eixo de rotação. Podemos rotacionar visualmente com o mouse ou digitar um

ângulo absoluto em relação ao círculo trigonométrico. Podemos também rotacionar por “*reference*”, que é um ângulo relativo ao círculo trigonométrico.

2.1.12. COMANDO PROPERTIES E MATCH PROPERTIES

Properties - Comando capaz de alterar as propriedades particulares de qualquer entidade do auto cad. Este comando abre uma janela de diálogos para efetuar as alterações na entidade.

Match Properties - Pede-se uma entidade e a partir desta transforma as outras selecionadas posteriormente em entidades com as mesmas propriedades da primeira (propriedade de texto, layes, cores, tipos de linhas, etc...). Por exemplo: Se selecionarmos uma entidade padrão (p. ex. uma linhas de cor branca) e posteriormente de outras de outras cores, como um retângulo vermelho e\ ou círculo amarelo, então tanto o retângulo quanto o círculo ficarão brancos.

2.1.13. CRIAÇÃO DE CÓPIAS

Muito cuidado para este comando não ser confundido com o Copy Clip. Ele copia qualquer entidade dentro do AutoCAD. Ao ser acionado, nos pede a seleção de objetos. Ao selecionar damos um ponto de origem (*Base Point*) e posteriormente um ponto final da entidade em relação ao ponto inicial.

2.1.14. VERIFICAÇÃO DE ENTIDADES

Os comandos de medição se encontram no menu Tools - Inquiry

Distance – Mede a distância entre dois pontos selecionados. Os resultados são fornecidos na linha de comando. Este ponto pode ser, por exemplo, a distância entre duas extremidades de uma linha.

Área – Mede a área e/ou o perímetro de uma região. Para medir a área de uma região possuímos as seguintes opções que nos aparecem na linha de comando: - First Point... Next Point. - é a opção mais comum onde clicamos pontos na área gráfica que determinam a área e/ou o perímetro do polígono imaginário criado.

- Object - seleciona um objeto em forma de polyline ou um círculo ou elipse, e responde na linha de comando sua área e perímetro.
- Add - modo parecido com First Point... Next Point..., que soma várias áreas formadas por vários polígonos imaginários criado neste método.
- Subtract - após acionarmos o método Add e criarmos a uma área imaginária (polígono imaginário), podemos subtrair a próxima área criada com o subcomando Subtract.

List – Lista as propriedades de uma ou mais entidades, e nos mostra por meio do AutoCAD *Text Window*.

ID Point - Mostra-nos as coordenadas de um ponto clicado na área gráfica, em de relação ao ponto 0, 0.

2.1.15. OBJECT SNAP

Esta é uma grande ferramenta do AutoCAD. Com ela podemos selecionar os pontos de precisão sem precisar entrar no *menu Osnap*. Podemos modificar o *Object Snap* por meio do comando *Drafting Settings*, que nos mostra a seguinte janela de diálogos (ver figura 05 abaixo):

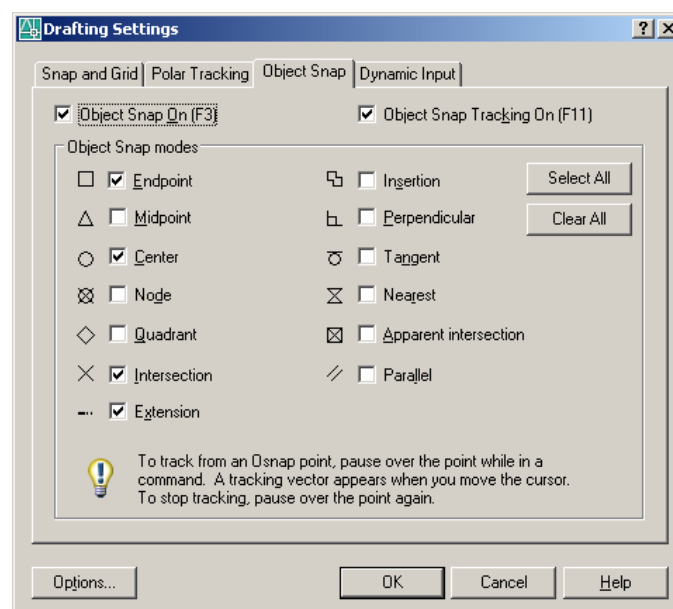


Figura 5 Janela *Drafting Settings* (configuração Object Snap)

- Grips

Quando o usuário clica em qualquer entidade sem comando, aparecerá na tela pequenos pontos azuis. Estes são denominados *Grips* e pode-se alterar sua configuração pelo menu *Tools* clicando em *Options* na aba (*Selection*). Ativando, a seguinte janela de diálogos ver figura 06.

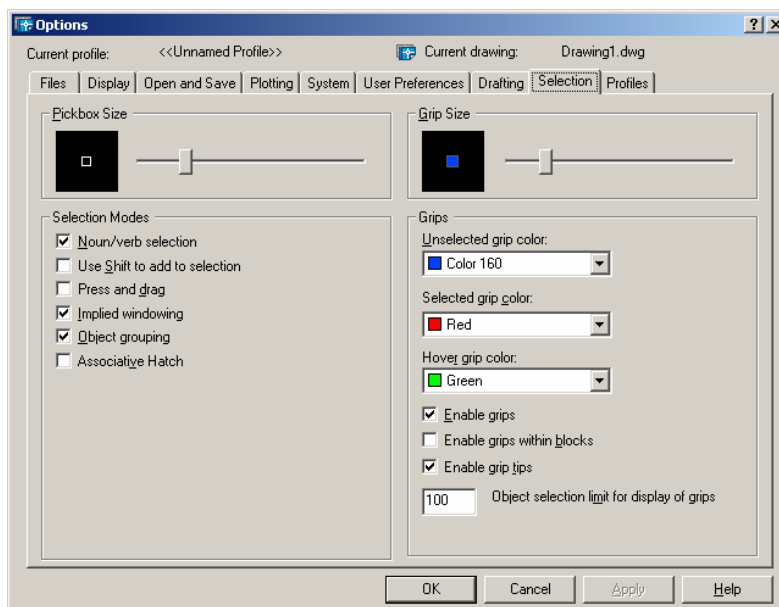


Figura 6 Janela *Options* (configuração dos grips)

Por meio desta janela pode-se modificar vários itens referentes ao método de seleção de entidades. O campo do *Selection Modes* mostra o seguinte:

Noun/Verb Selection - Ligado, permite que o usuário selecione objetos sem nenhum comando e logo após que o comando é acionado, estes últimos objetos são automaticamente selecionados pelo comando propriamente dito.

Use Shift To Add - Ligado, usa a tecla *Shift* em vez de *Control* para adicionar objetos a uma seleção.

Press and Drag - ligado, permite que as janelas de seleção (*Window Polygon* e *Cross Polygon*) só sejam abertas pressionando o botão de seleção do mouse e arrastando-o com o botão ainda pressionado.

Implied Window - Liga e desliga o método de seleção por janelas.

Object Grouping - Liga e desliga o método de seleção por grupos. A criação de grupos será apresentado a seguir.

Associative Hatch - Ligado, seleciona uma hachura em qualquer posição desta.

2.1.16. LAYERS OU CAMADA DE TRABALHO

Um layer é uma camada de desenho definida previamente, facilitando o gerenciamento e manuseio do desenho. Com ele o integrador de projetos pode administrar a interface, pois permite a diferenciação dos elementos que compõem as partes do desenho seja bidimensional ou tridimensional.

2.1.17. CRIANDO UM LAYER

Através do *menu format – Layer* ou do menu de barras, ativa-se a seguinte janela de diálogos (figura 07):

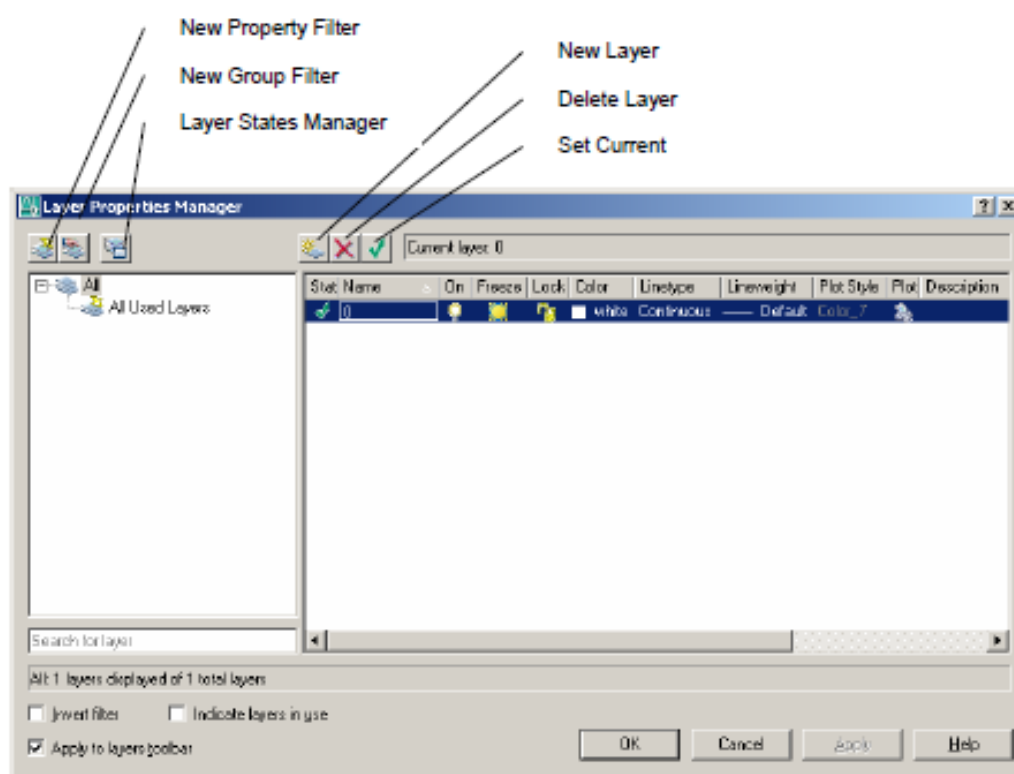


Figura 7 Janela *Layer Properties Manager* (criação de layers)

Para criar uma nova *layer*, basta clicar no botão *New Layer* e escrever o nome da camada no campo *name*. Para configurarmos uma *layer* utilizaremos os seguintes campos, também mostrados na figura 7:

On - Quando um *layer* está no formato *on*, ou seja, com o ícone da lâmpada acesa, esta fica visível ao ser impressa. Isto não acontece quando o desliga-se

o comando *layer*. Além de invisível, ela também pode ser modificada (regenerada). Para desligá-la, clica-se na lâmpada.

Freeze (in All Viewport) - Quando um *layer* está no formato *Freeze* (congelada), ela não é mostrada na área gráfica e nem pode ser modificada em qualquer *Viewports* (ver módulo de comando os visualização).

Lock - trava um *layer*, deixando suas propriedades (cor, posição, etc...) imutáveis enquanto travada/protegida.

Color - Altera a cor de um *layer*.

Linetype - Altera o tipo de linha de um *layer*. Mas antes é necessário carregar o os tipos de *layer* através da seguinte janela de diálogos ver figura 08,09:

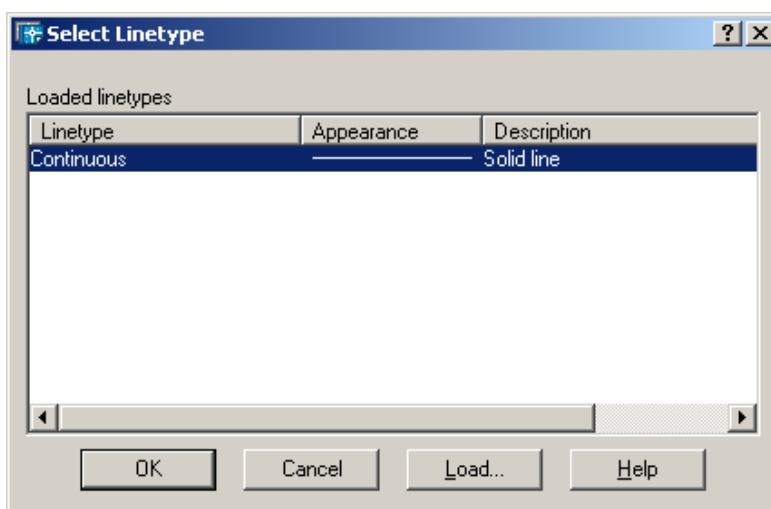


Figura 8 Janela *Select Linetype* (escolha tipo linha)

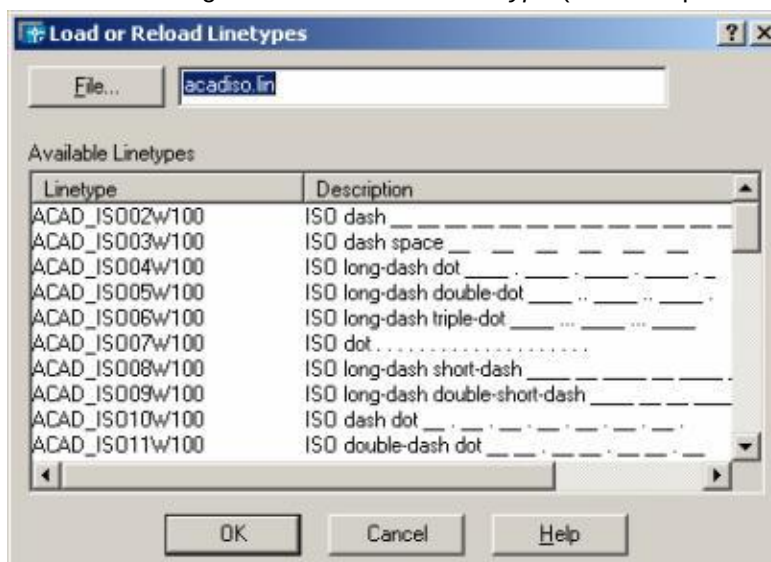


Figura 9 Escolha do tipo de linha

A janela de diálogos (figura 08) é acionada quando clica-se no campo *linetype* na janela de diálogos principal do comando *layer*. Utilizando o botão *load* nesta janela pode-se carregar os vários tipos de *linetype* do AutoCAD mostrados na janela a direita. Com o botão *file* desta janela pode-se carregar o arquivo de estilos de linha. No AutoCAD já vem pré-definido apenas um arquivo. Para criar outros arquivos de estilos de linhas, somente por meio de uma programação mais avançada no AutoCAD.

Pode-se também ativar a janela de diálogos de tipos de linhas (*linetype*) utilizando a segunda pasta da janela de diálogos principal (pasta *linetype*) ou no menu de barras *Format – Linetype*.

Quando utiliza-se um *linetype* com linhas espaçadas (por exemplo, linhas do tipo ("_____ _")), podemos configurar a distância para todos os tipos de *layer* através do comando *LTSCALE* (digitando no teclado) ou de um item só pelo comando *Properties*. quanto menor o valor, menor é o espaçamento entre as linhas, que são mostradas na área gráfica.

Lineweight - Altera a espessura da linha de um *layer*.

Plot Style – Opção, por padrão, somente visualizável. Somente pode ser alterada se alterada opção no comando *Options*. O usuário somente deve alterar essa opção caso realmente necessário.

Plot – Liga ou desliga a impressão de um *layer*.

Description – Uma descrição (informação adicional) de um *layer*, se necessário for. Todos esses dados acima citados podem ser alterados pelos ícones flutuantes da barra principal (aquela que está abaixo do menu de barras na configuração original do AutoCAD).

2.1.18. LAYER CORRENTE

Pode-se deixar um *layer* corrente, ou seja, aquele que vai ser utilizado para desenhar no momento, clicando-se no botão *Set Current* da janela de diálogos principal ou através dos ícones flutuantes da barra principal. Toda a propriedade daquele *layer* será ativada.

2.1.19. ELIMINANDO LAYER

Apagar um *layer* que não está sendo utilizado por meio do botão *Delete Layer*, ou ainda, pelo menu *File - Drawing Utilities - Purge*. Esses comandos não só podem apagar uma *layer* que não estão sendo utilizada, mas também tipos de linhas *linetypes*, estilos de textos (Text Styles), estilos de dimensão (Dimension Styles), Multiline Styles, blocos (Blocks) que também não estão sendo utilizados no desenho. Esta opção é muito utilizada quando finaliza um projeto, deixa o desenho menos carregado (menor em número de bytes). Uma outra opção para eliminar *layers* é utilizar o comando "Purge" para todos os estilos (Purge All) acima citados.

Só não é possível apagar o Layer 0 (zero) e Defpoints por serem padrões do AutoCAD, assim como estilos padrão existentes em outros comandos.

2.1.20. BYLAYER E BYBLOCK

Quando um layer está na opção *ByLayer*, isto quer dizer que suas cores e *linetypes* estão de acordo com o configurado no comando layer. Pode utilizar cores e *linetypes* diferentes sem configurar no comando layer.

Quando um layer estar *ByBlock*, isto quer dizer que suas cores estão de acordo com os blocos inseridos e *linetypes* contínuas.

2.1.21. COMANDO XREF MANAGER

O comando *Xref Manager* (referência externa) pode ser acionado pelo menu *insert* clicando no comando *Xref Manager...*, que posteriormente abrirá uma caixa de dialogo (figura 10) para que seja feita a seleção do arquivo acionado o botão *Attach...*, que abrirá uma outra janela para que seja realizado a escolha do arquivo DWG (figura 11). O qual será carregado para o ambiente de trabalho com os mesmos conceitos de inserção de blocos. A diferença é que o arquivo está ligado a sua origem, o arquivo não tem o mesmo tamanho em bytes como o arquivo original, pois é uma referência externa, onde se houver alteração o mesmo é atualizado automaticamente não comprometendo a compatibilização.

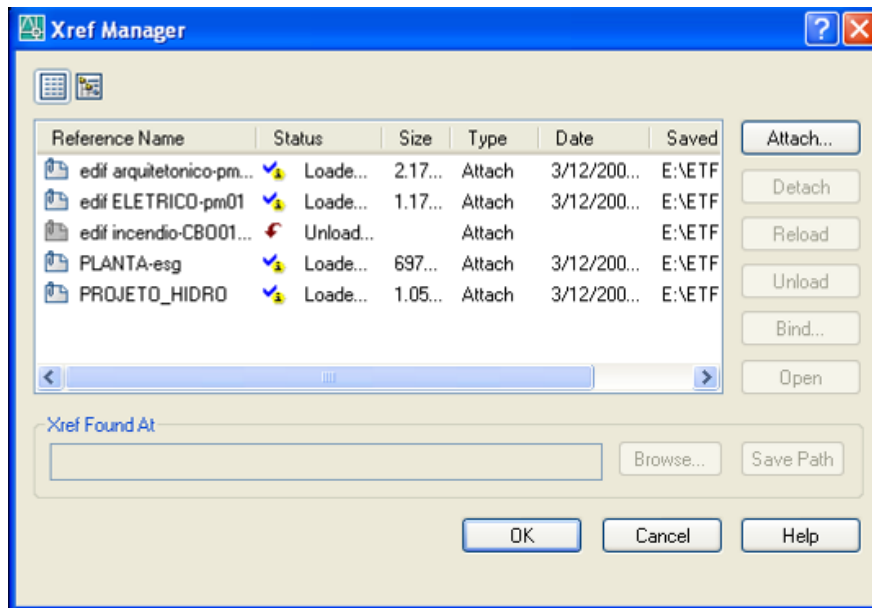


Figura 10 Janela Xref Manager

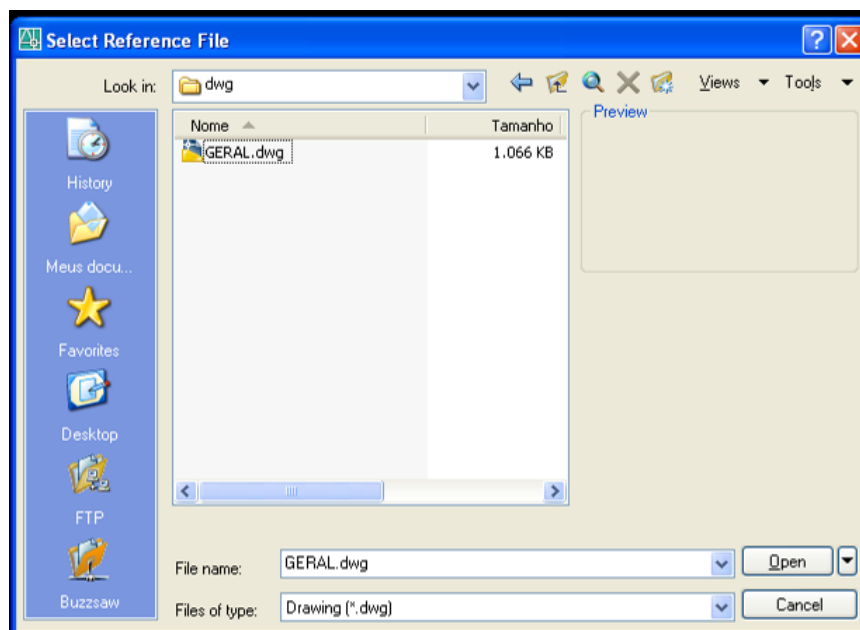


Figura 11 Janela select Refence File

2.2. TRABALHANDO NO ESPAÇO TRIDIMENSIONAL

- **A Coordenada em Z**

São algumas as possibilidades ou soluções que se disponibiliza para executar o trabalho em 3 dimensões, mas aquela que está na base de todo o raciocínio 3D, será a utilização da terceira coordenada do sistema de eixos, que será a coordenada em Z, e que representa a profundidade dos objetos. Até agora para quem trabalhava a duas dimensões apenas desenhava entidades

em X e em Y, nunca saindo desse universo bidimensional que é o plano de trabalho.

2.2.1. VISUALIZAÇÃO

- **VIEW OU NAMED VIEW**

O comando VIEW salva vistas do desenho definidas pelo usuário e permite reapresentá-las na tela a qualquer momento durante a edição do desenho. É necessário dar um nome para a vista salva. O nome pode ter até 31 caracteres e ser compostos de letras, números, sinais de \$ e traço de hífen. O nome dado servirá como referência para todas as opções do VIEW. Command: **VIEW**

?/Delete/Restore/Save/Window:

View name:

?: listas as vistas já salvas;

Delete: permite examinar uma vista salva;

Restore: reapresenta na tela uma vista salva;

Save: salva a vista que está na tela;

Window: salva uma vista definida pelo usuário através de dois pontos.

- **PLAN OU PLAN VIEW**

Este comando mostra na tela a vista plana (vista superior do plano XY) do sistema de coordenadas especificadas pelo usuário.

Command: **PLAN**

<Current UCS>/UCS/Word:

Current UCS: mostra a vista plana do sistema de coordenadas ativo;

UCS: (NAME UCS) permite mostrar a vista plana de um UCS previamente salvo. O AutoCAD pede pelo nome de UCS;

?/Name of UCS:

?: lista UCSs já salvos;

World: mostra a vista plana do sistema de coordenadas globais (WCS).

- **VPORTS OU TILED VIEWPORTS** (via teclado; menu em cascata = menu suspenso Layout = barra de menu view)

O comando VPORTS (viewports) permite que se divida a área gráfica em janelas, cada janela pode conter uma vista diferente do desenho. Pode-se ter duas, três ou quatro janelas configuradas com diferentes formatos, cada configuração pode ser salva dando-lhe um nome para posterior utilização.

Command: **VPORTS**

Save/Restore/Delete/Join/Single/?/2/<3>/4:

Save: Permite salvar a configuração de janelas em uso, é necessário indicar um nome. O nome pode ter até 31 caracteres e ser composto de letras, números, sinal de \$, traço e hífen;

Restore: reapresenta na tela uma configuração de janela já salva;

Join: transforma duas janelas adjacentes em uma única janela. As duas janelas devem formar um retângulo. O AutoCAD pede quais janelas serão unidas.

Select dominant **viewport <current>**: (essa define as características da nova janela) Select viewport to join: (esta é a janela que será unida à anterior). Para selecionar as janelas, basta dar um “pick” em cima de cada uma em resposta aos prompts.

Single: Transforma a configuração corrente numa única janela;

1: lista as configurações já salvas;

2: Divide a janela ativa ao meio. O AutoCAD pede se a divisão será na horizontal ou na vertical;

3: Divide a janela ativa em três. As seguintes opções serão possíveis:

Horizontal - gera três janelas idênticas na horizontal.

Vertical - gera três janelas idênticas na vertical

Above - uma das janelas terá o dobro das outras e se posicionará acima das menores.

Below - a janela maior se posiciona abaixo das menores.

Left - a janela maior se posiciona ao lado esquerdo das menores.

Right - a janela maior se posiciona ao lado direito das menores.

4: Divide a tela em quatro janelas idênticas.

As janelas são independentes em relação aos comandos GRID, SNAP, AXIS, VIEWRES, UCSICON, VPOINT, ZOOM, PAN, DVIEW, REGEN E REDRAW. O comando UCS, comandos de desenho e edição afetam todas as janelas.

Pode-se trocar de uma janela para a outra durante os comandos de desenho e edição, mas não durante os comandos de controle de imagem. Para passar de uma janela para outra basta dar um pick em cima da janela que se deseja ativar.

2.2.2. SISTEMA DE COORDENADAS

Quando se trabalha em três dimensões é preciso criar planos de trabalho em diferentes posições para facilitar a geração dos desenhos e permitir a utilização de alguns comandos que só funcionam no plano XY. Em função disto, o AutoCAD possui dois tipos de sistema de coordenadas:

WCS : *World Coordinate System* (Sistema de Coordenadas Globais);

UCS : *User Coordinate System* (Sistema de Coordenadas do Usuário).

No WCS é utilizado o sistema cartesiano, onde a origem (0,0,0) e a posição dos eixos XYZ é fixa e não pode ser alterada. Já o UCS é um sistema de coordenadas criado dentro do sistema básico do AutoCAD (WCS). Esse sistema é definido com qualquer origem e inclinação dos eixos XYZ. Permite, deste modo, a definição de qualquer plano de trabalho dentro do ambiente tridimensional. Não existem limites para o número de UCSs que podem ser criados, mas somente um deles pode ser ativado por vez.

2.2.3. FILTROS DE SELEÇÃO

Ainda relacionados com este tipo de coordenadas estão os Filtros de Seleção. Temos duas maneiras distintas de aceder a estes filtros, e são elas através do **Menu Osnap** ver figura 11a, e através da linha de comando.

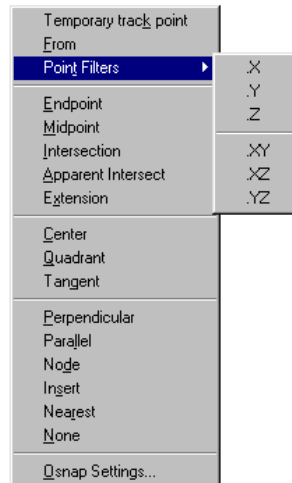


Figura 11 a - *Object Osnap*

A utilização dos Filtros de Seleção torna-se útil nos casos em que não são conhecidos um ou dois valores das coordenadas (X e Y, por exemplo) pretendidas e falta-nos uma terceira coordenada (z), da qual se sabe o valor. Nesses casos poder-se-ão então aplicar os Filtros, bastando para tal dar a indicação de qual o ponto vamos tomar X e Y como referência para depois só nos ser perguntado qual o valor que queremos atribuir em Z.

2.2.4. VISTAS ORTONORMADAS

Bem mais intuitivas são as chamadas Vistas Ortonormadas, que compreendem as *Vistas de Topo*, *Laterais*, *Frontal* e *Fundo*. À Semelhança das Vistas Isométricas, temos duas maneiras de aceder a estas Vistas, e são elas através do Menu descendente **View**, e por meio da respectiva *Barra de Ferramentas*. Apresentadas as hipóteses de acesso aos comandos, é necessário compreender como é realizado o controle destas vistas. À semelhança das *Vistas Isométricas*, as *Vistas Ortonormadas*, são controladas por duas associações que temos de fazer. Estas associações estão também relacionadas com o Símbolo do *Sistema de Coordenadas do Utilizador* (SCU). Desta forma, a primeira associação a fazer, é a mesma que para qualquer outro tipo de escolha de *Vistas*, ou seja, imagine que o objeto está no centro do *Símbolo do Sistema de Coordenadas do Utilizador*

2.2.5. VIEWPORTS (*janelas de visualização*)

A opção **Viewports** já é conhecida das 2 dimensões. Era um elemento essencial para a composição da Folha de Apresentação do objeto executado. Nas três dimensões os **Viewports** assumem outro papel, que é o de dividir a área de desenho, ou a janela **Viewport**) em várias janelas de visualização. Entende-se um **Viewport** como sendo uma *Janela de Visualização*, por meio da qual podemos visualizar o trabalho. Mas, qual a vantagem de ter a área de desenho dividida em várias janelas (**Viewports**).

A grande vantagem é, cada uma dessas janelas pode-se visualizar o objeto na Vista desejada, sem influenciar em nada as restantes janelas. Além disso, pode-se ter em cada uma delas o **Zoom** pretendido, ou seja, ter numa *Janela de Visualização*, apenas a visualização parcial do nosso objeto numa dada vista, e noutra *Janela* pode ter a *Visualização* total da peça numa Perspectiva Isométrica.

3. PROJETO PILOTO

3.1. ESCOLHA DO PROJETO PILOTO

Neste item, apresenta-se o projeto piloto buscando atender a objetivos do trabalho proposto. Esse projeto deve ter sido elaborado para o mercado de trabalho e deve conter os conceitos de compatibilização 2D. Assim, para realizar o trabalho aqui proposto foi escolhido um projeto arquitetônico de um edifício de quatro pavimentos, em que cada pavimento consta de: quatro apartamentos tipo cada. Onde o mesmo projetista é autor dos projetos complementares, entre os quais: o projeto de instalações elétricas, de instalações hidro sanitárias e de prevenção e combate a incêndio. O que facilita a integração e interferências, porém a base utilizada para análise na compatibilização, é a experiência do projetista na comparação dos projetos em ambiente 2D, já que não foram realizadas a sobreposição dos arquivos digitais.

3.2. PROJETO ARQUITETÔNICO

É utilizado neste trabalho como base de estudo apenas um apartamento de cada pavimento (figuras 12 a 17), onde o pavimento tipo esta sobre o apartamento térreo o qual somente será perceptível na vista ortográfica. O que permitira a integração unifilar 3D, onde os eixos das mesmas redes unifilares as conexões deve se conectar de um pavimento ao outro. Sabe-se que o edifício escolhido tem como conceito a simetria onde o eixo esta centrado no Hall de entrada de cada bloco, facilitando a compreensão onde o que for feito para um apartamento será semelhante aos outros, bastando para isso aplicar os rebatimentos orientados pelo eixo simétrico do bloco. A figura 12 apresenta parte do projeto sem escala.

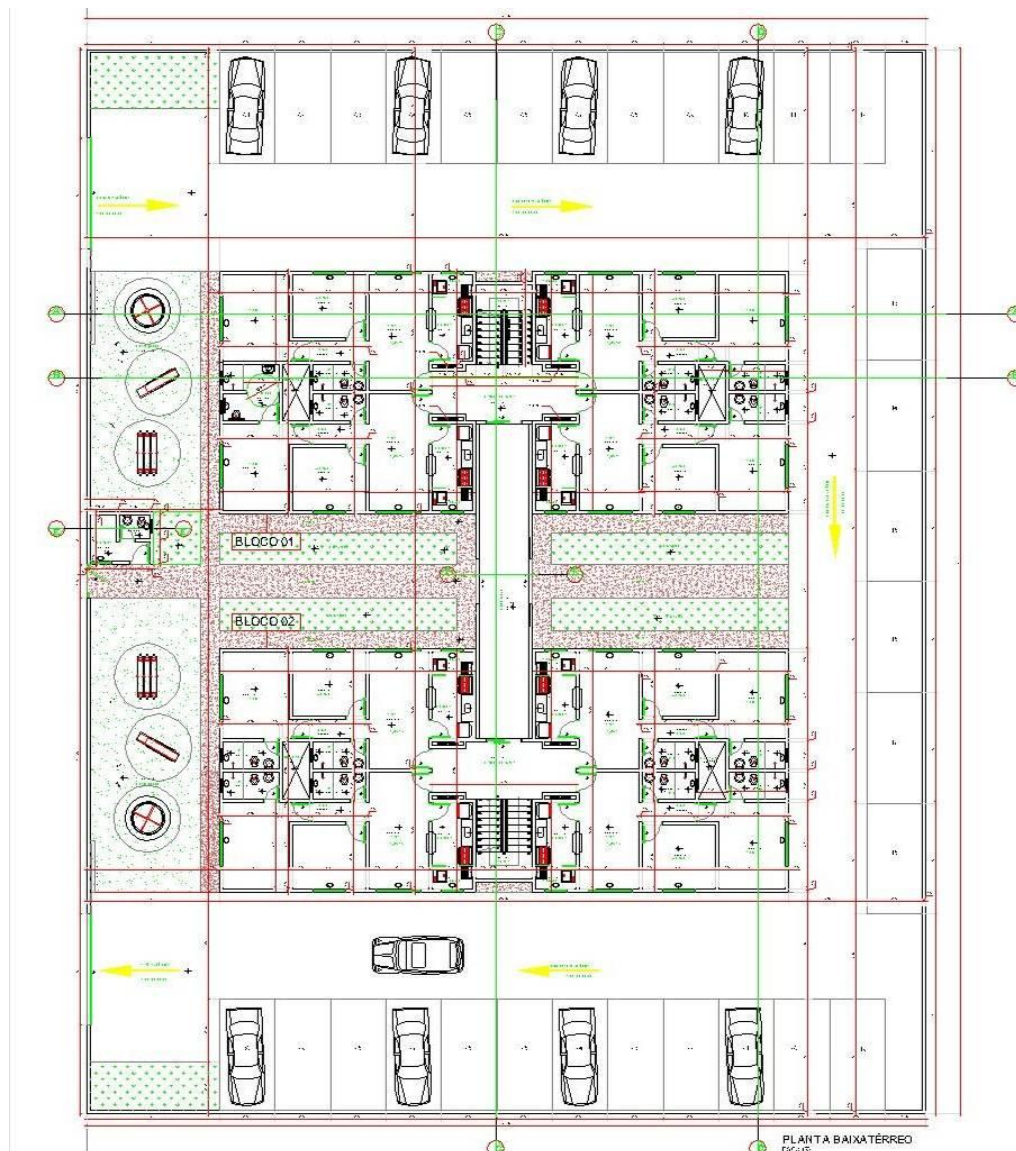


Figura 12 Planta baixa pavimento térreo

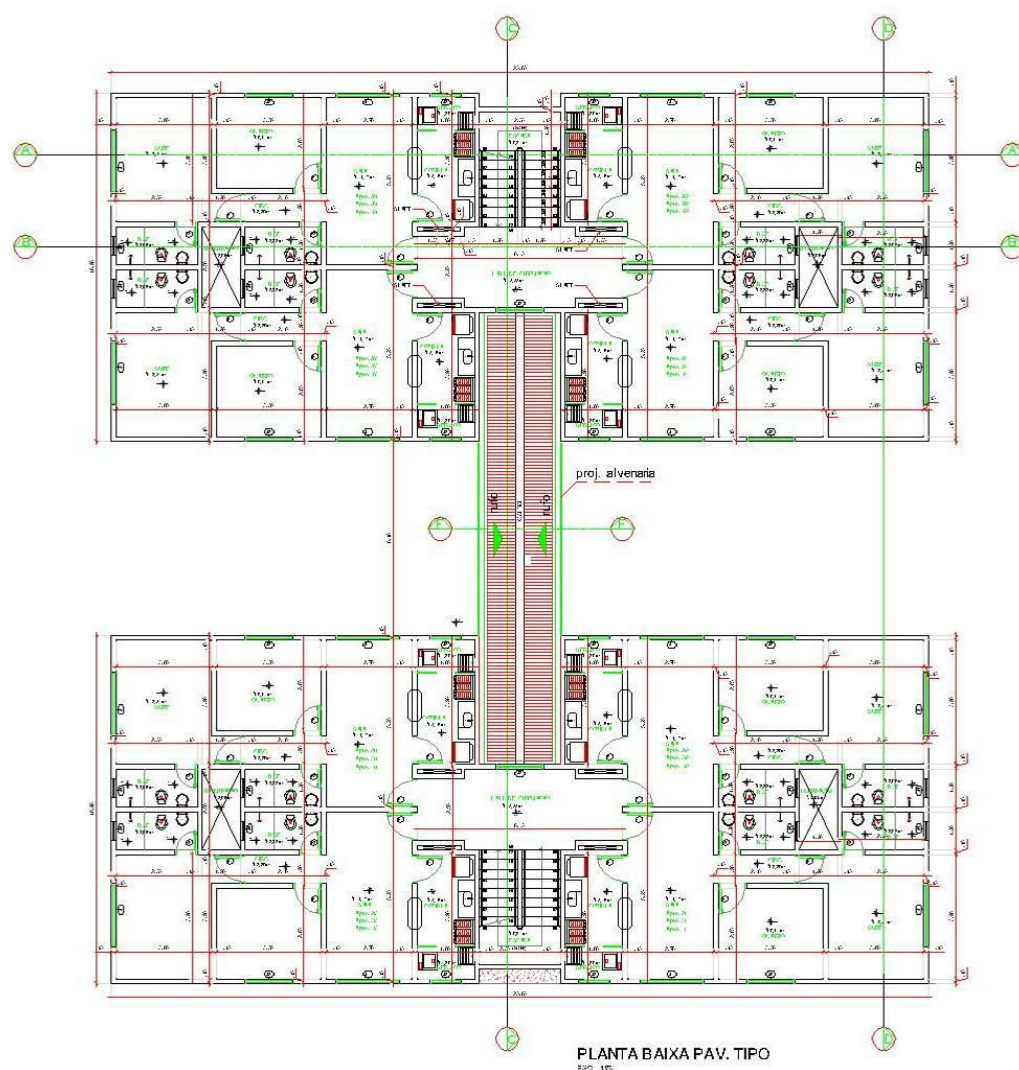


Figura 13 Planta baixa pavimento Tipo (3x)

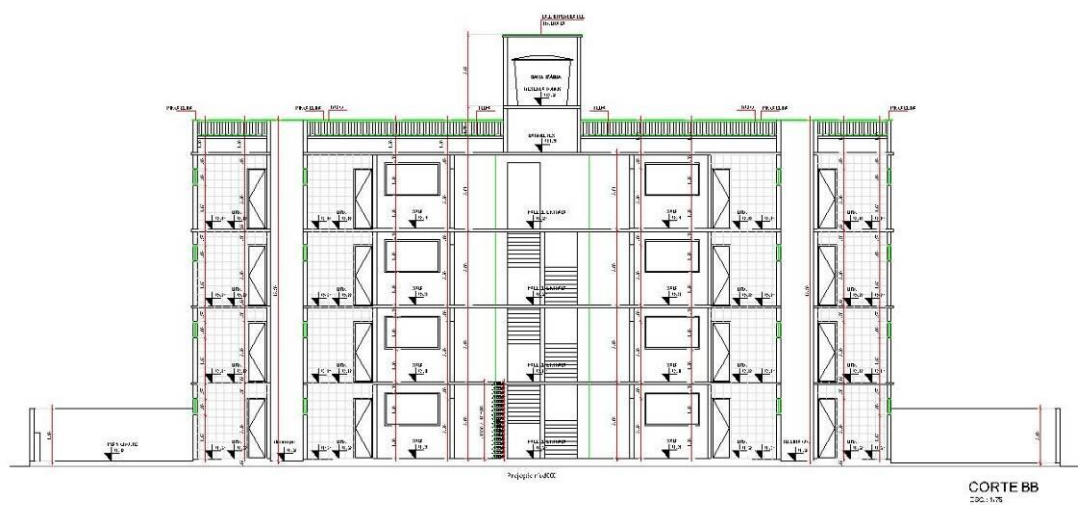


Figura 14 Corte BB

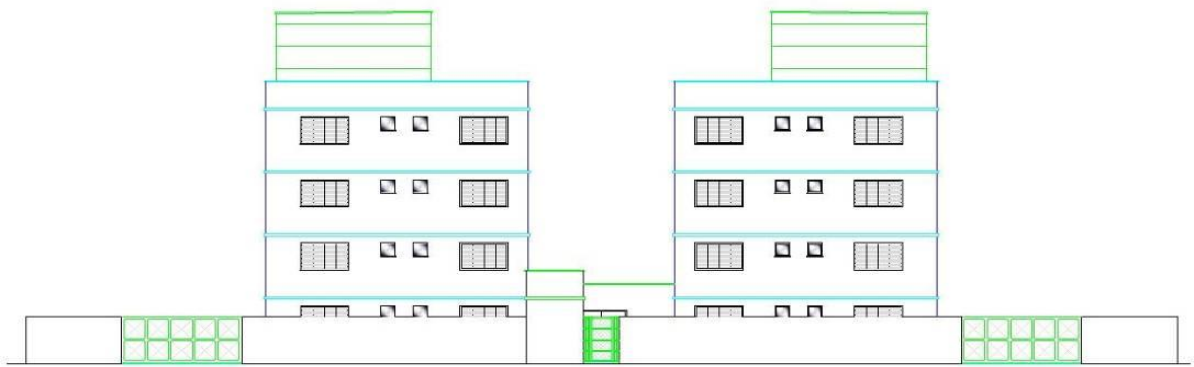


Figura 15 Fachada Principal

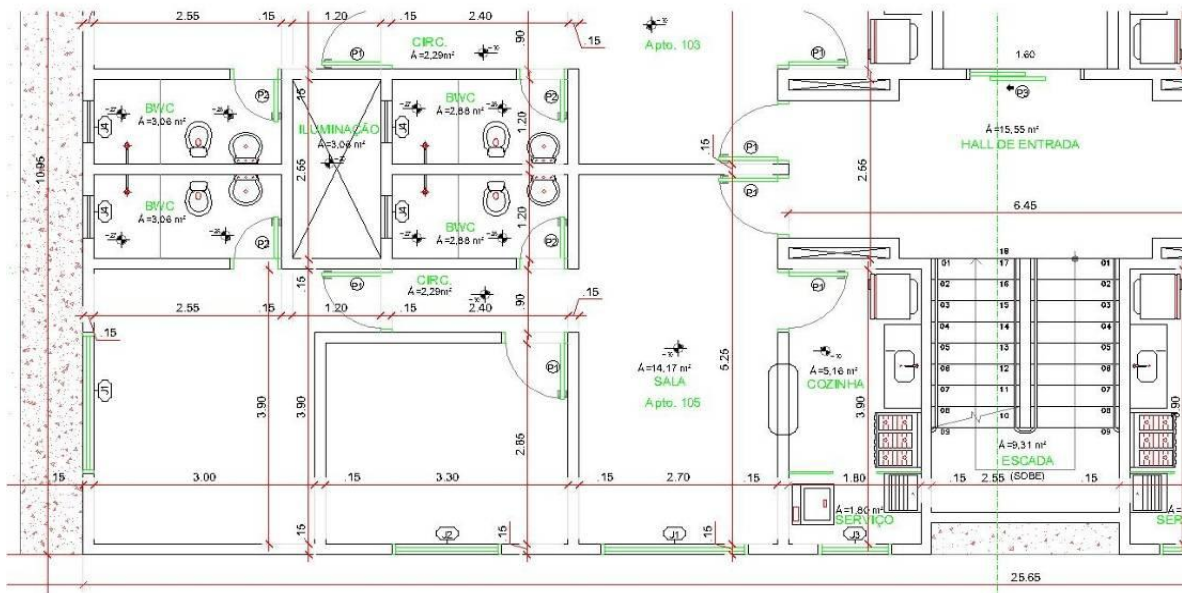


Figura 16 Planta Baixa isolada apartamento pavimento Térreo

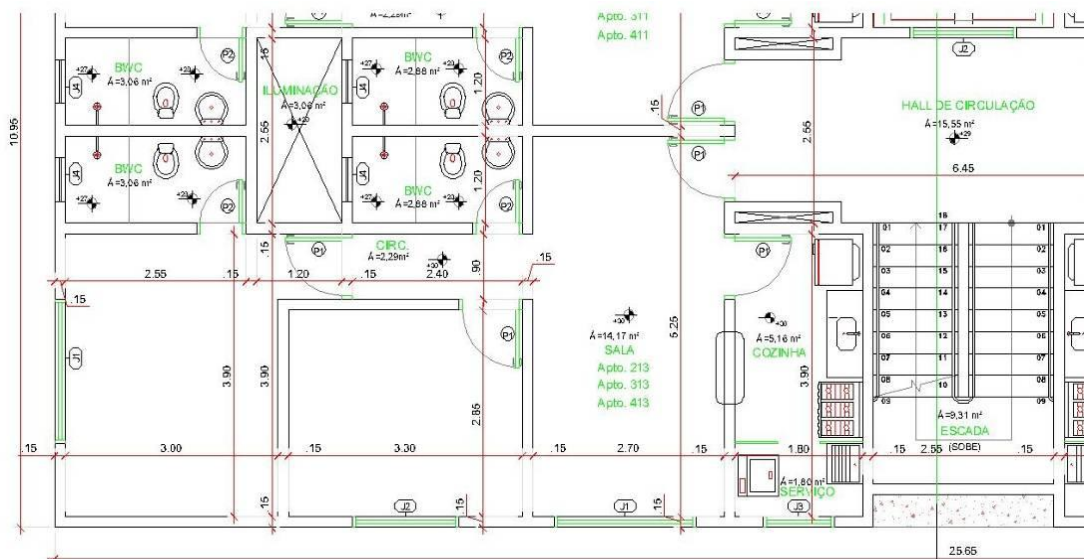


Figura 17 Planta Baixa isolada apartamento pavimento Tipo (3x)

3.3. PROJETOS COMPLEMENTARES

Estas Imagens parciais foram extraídas dos projetos selecionados para lançamento do unifilar 3D. Estes projetos foram desenvolvidos em ambiente bidimensional separadamente (figuras 18 a 26), desenvolvido pelo mesmo projetista, o que minimiza as interferências, já que qualquer modificação é conhecida pelo mesmo. É utilizado para este estudo um único apartamento, onde se compreende que o proposto é o lançamento do unifilar e sua análise, para os outros três apartamentos só precisara copiar ou espelhar já se tratando que o edifício é simétrico, recursos esses que são base de comandos do AutoCAD .

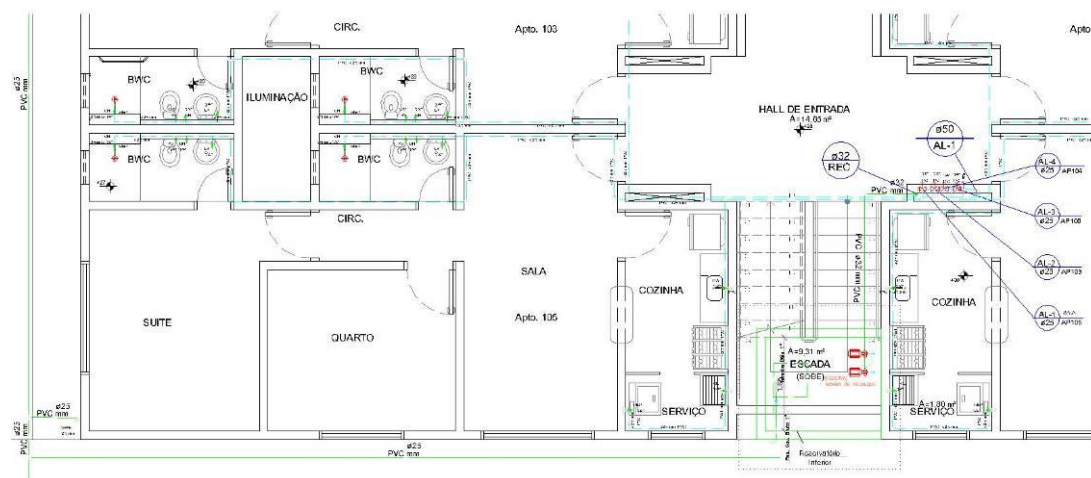


Figura 18 Planta Hidráulica pavimento Térreo

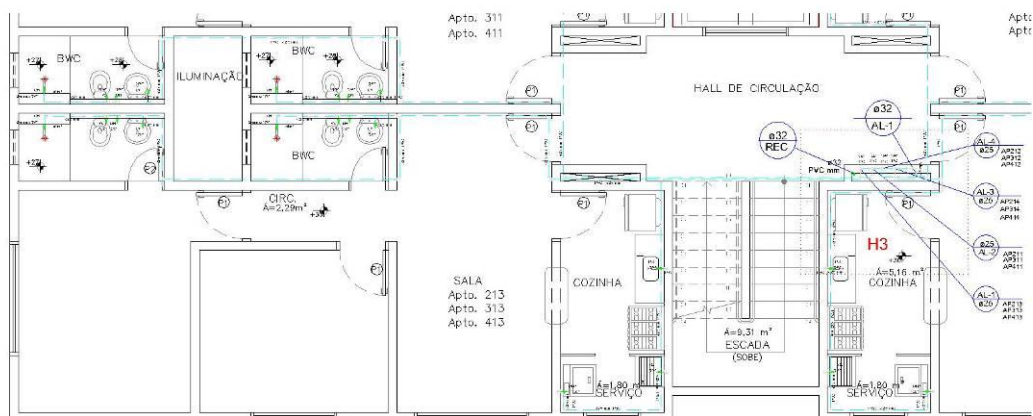


Figura 19 Planta Hidráulica pavimento Tipo (3x)

Simbologia

DH	Ducha Higiênica
VS	Vaso Sanitário
MLR	Maquina de lavar roupa
LV	Lavatório
RP	Registro de Pressão
CH	Chuveiro
TR	Torneira de Jardim
TQE	Tanque
—	Tubulação Enterrada
—	Tubulação Acima—Aprox. 54 metros*4 pav(descontar tub detalhes)
—	Tubulação Abaixo

Figura 20 Legenda Hidráulica

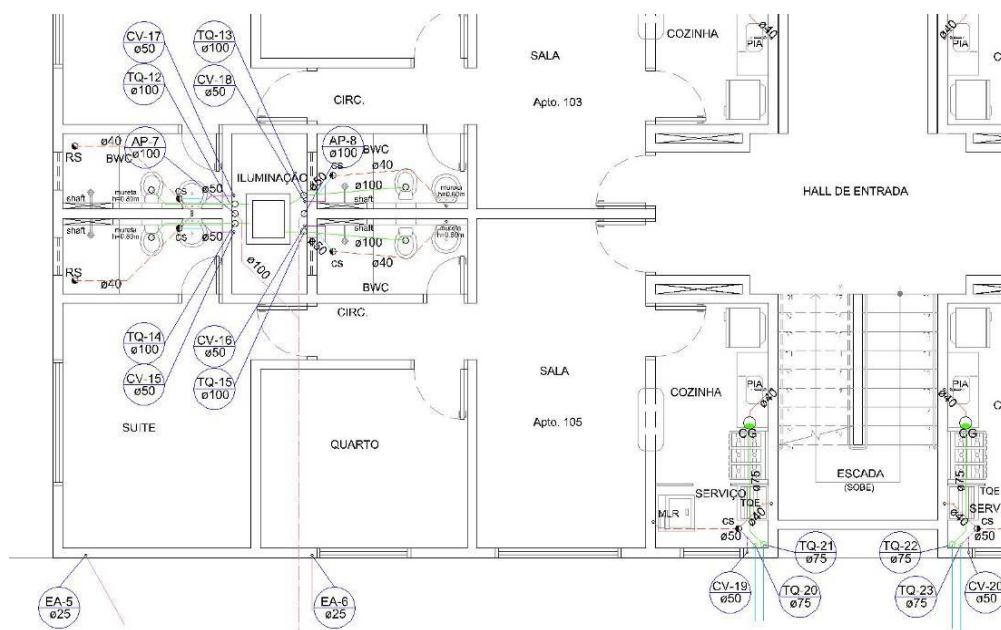


Figura 21 Planta Sanitária pavimento Térreo

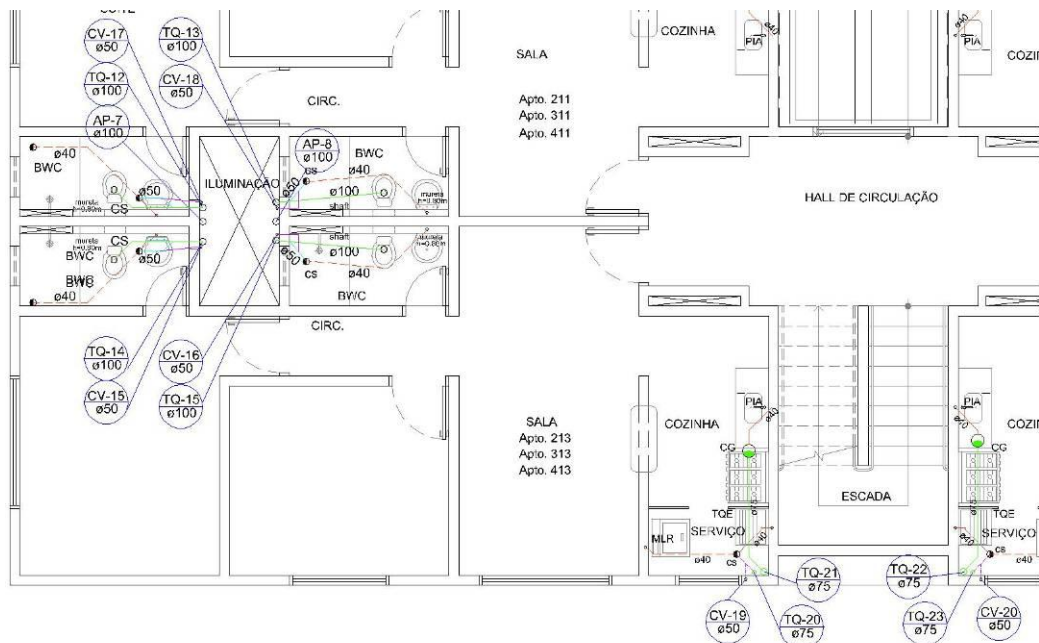


Figura 22 Planta Sanitária pavimento Tipo (3x)

LEGENDA

—	REDE ESGOTO PASSA PELO PISO — ø75 — (51,0m)
—	REDE ESGOTO PASSA PELO PISO — ø100 — (115,0m)
—	REDE ÁGUA PLUVIAL DESCIDA PAREDE/PASSAGEM P/ PISO — ø100 — (267,00m)/ø25 — (257,20m)
—	ø100 — (267,00m)/ø25 — (257,20m)
VS	VASO
DH	DUCHA HIGIÊNICA
CH	CHUVEIRO
LV	LAVATÓRIO
PIA	PIA
TQ	TANQUE
MLR	MAQUINA DE LAVAR ROUPA
TJ	TORNEIRA DE JARDIM
LL	LADRÃO LIMPEZA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
TQ	TUBO DE QUEDA
AP	ÁGUA PLUVIAL
AF	ÁGUA FRIA
VD	VALVULA DE DESCARGA
RP	REGISTRO DE PRESSÃO
REC	REGALQUE
RG	REGISTRO DE GAVETA
LL	LADRÃO LIMPEZA
EA	ESCOAMENTO AR CONDICIONADO

Figura 23 Legenda Sanitária

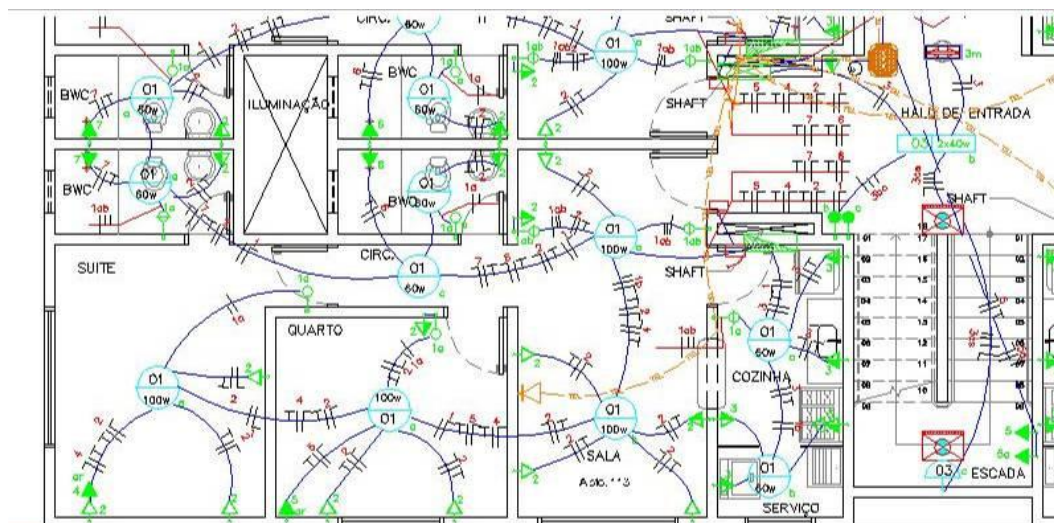


Figura 24 Planta Elétrica pavimento Térreo

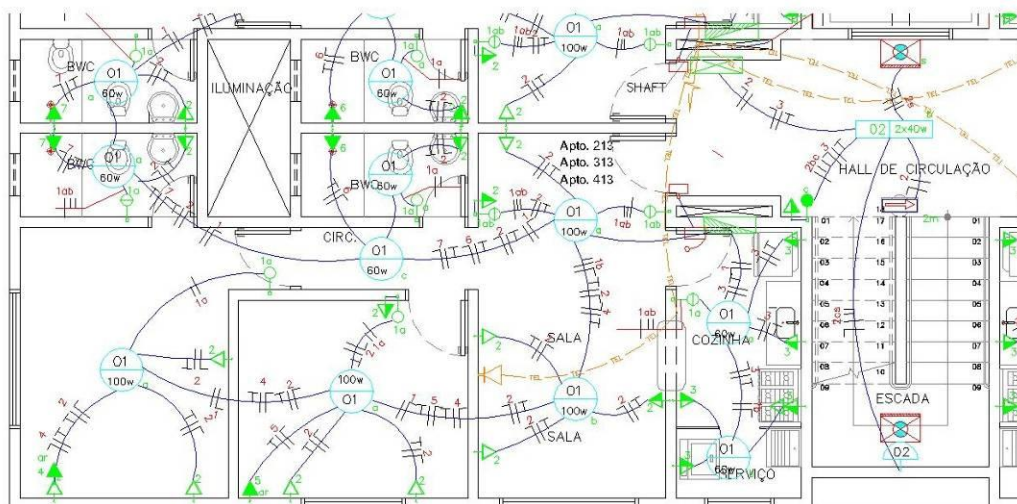


Figura 25 Planta Elétrica pavimento Tipo (3x)

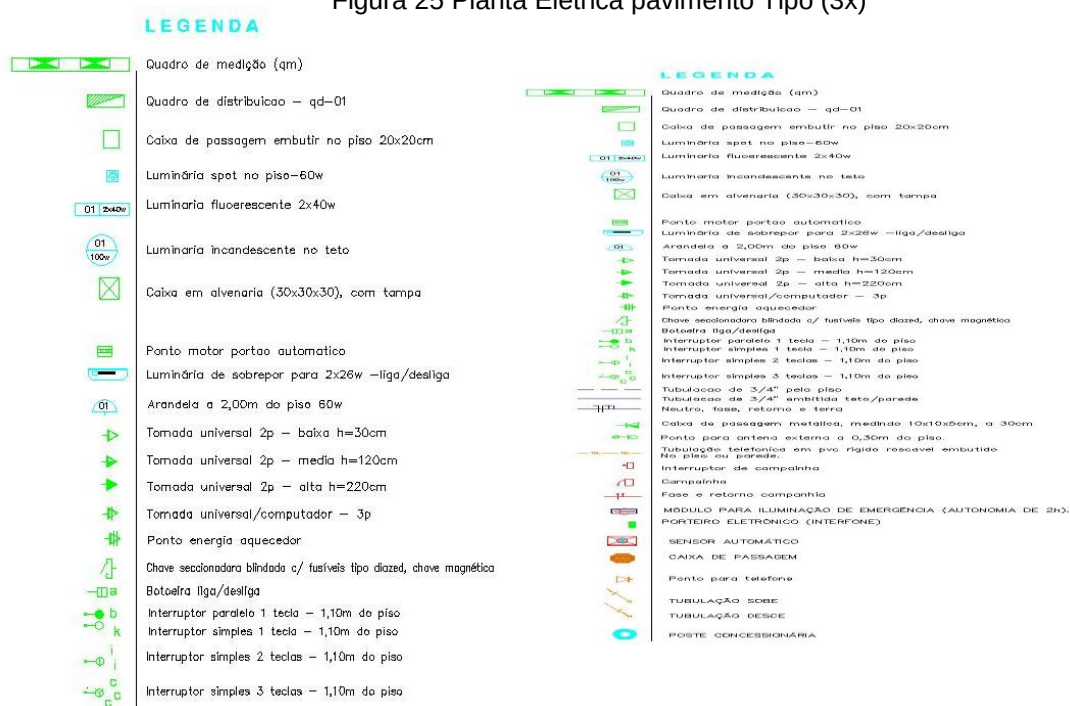


Figura 26 Legenda Elétrica

4. UNILIFAR 3D

4.1. DESENVOLVIMENTO UNILIFAR 3D

Como já exposto (no item 1.7.), a proposta é utilizar os recursos dos comandos 3D, sendo que para iniciar é preciso preparar a base de dados em um único arquivo.

- a) Primeiro começa por abrir um arquivo novo no AutoCAD, e inserir os arquivos de cada projeto com os recursos de referência externa, recortando cada planta individualmente nos limites do apartamento escolhido, planta térrea e planta do tipo, sendo este último uma única vez.

Considera que a informação lançada no apartamento tipo é semelhante aos apartamentos sobrepostos no segundo e terceiro pavimento subsequentemente.

- b) Segundo deve ser feita a organização dos eixos unifilares para se fazer a distinção da rede no espaço tridimensional, como mostrado na figura 27, que é de criação de camadas (*layer*). Após deverá ser preenchido os complementos como a cor e a espessura da linha em arquivo, para melhor se observar na tela acionando para isto *Menu - Format... - Display Lineweight* ver figura 28.

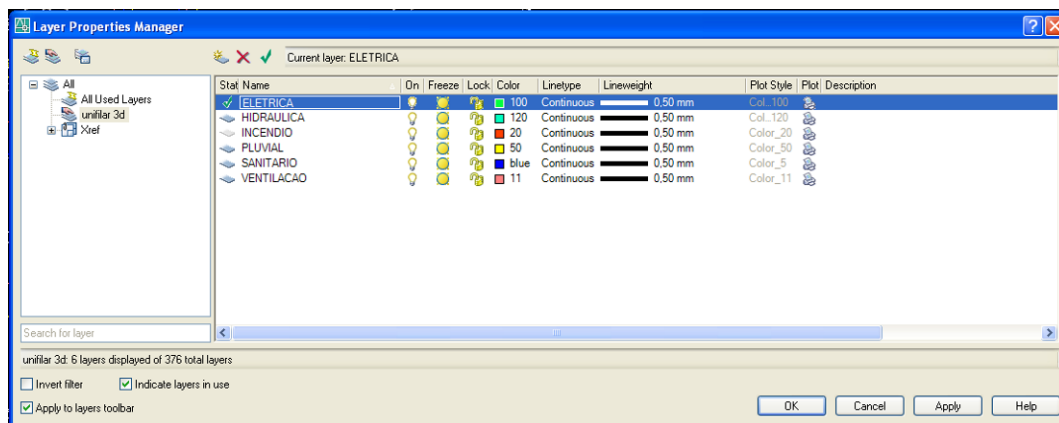


Figura 27 Lista de *layers* unifilar

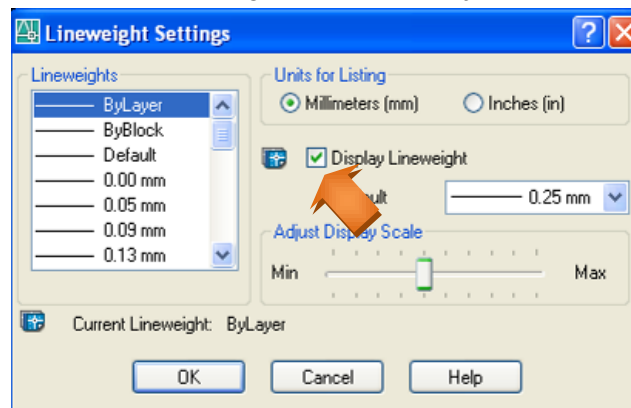


Figura 28 Liga visualização de espessura na tela

- c) Como terceiro passo, cada linha será lançada em seu respectivo projeto, para isso usa-se o comando de desenho *line* (linha), sobre o eixo da rede como na figura 29.

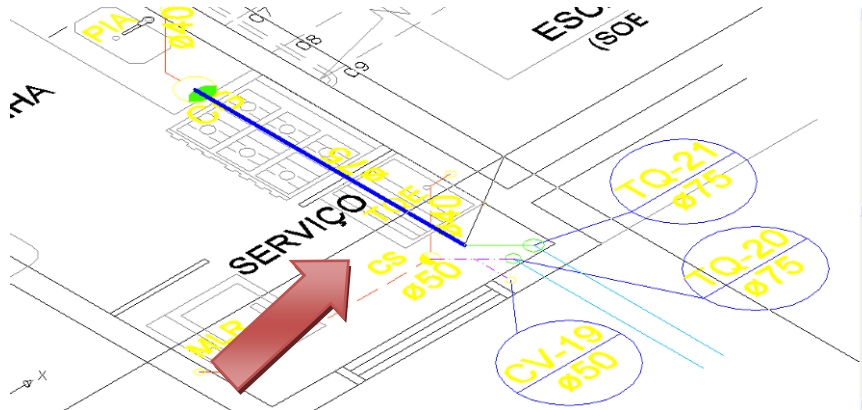


Figura 29 Eixo da linha de rede sanitária

- d) No quarto passo movimenta os eixo unifilares que estão no plano horizontal em relação ao eixo **Z**, como exemplo uma rede sanitária que passa sob a laje de espessura 10 cm, somada ao eixo da rede primária no centro do diâmetro do tubo de 75mm, o que dá uma variação real de unidade de desenho no AutoCAD de valor 0,1375 ver figura 30.

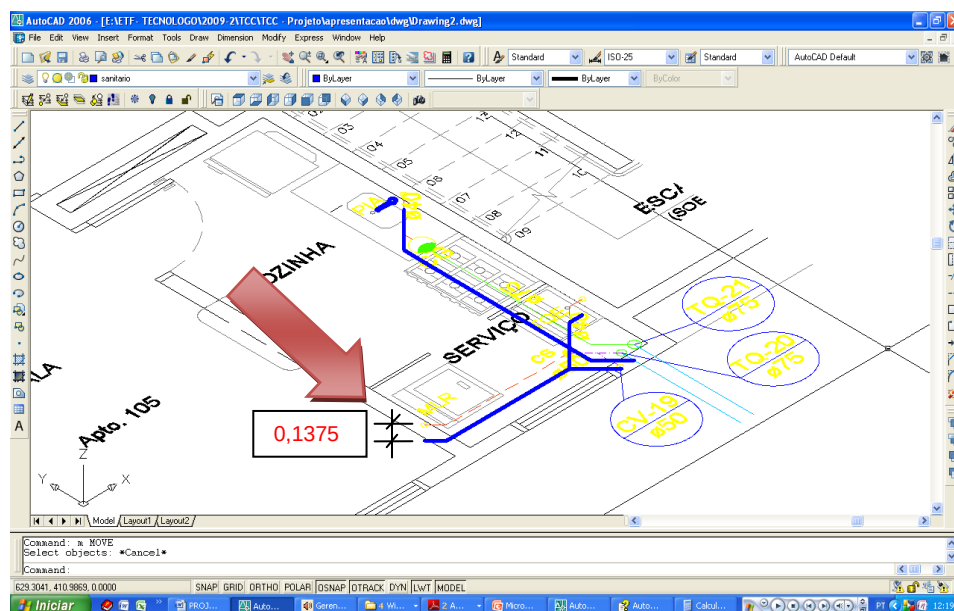


Figura 30 Eixo de rede deslocado no plano Z

- e) Quinto passo, utiliza-se novamente o comando de linha associando ao filtro de seleção ver item 2.2.3, para concluir o lançamento da rede no sentido vertical como exposto na figura 31:

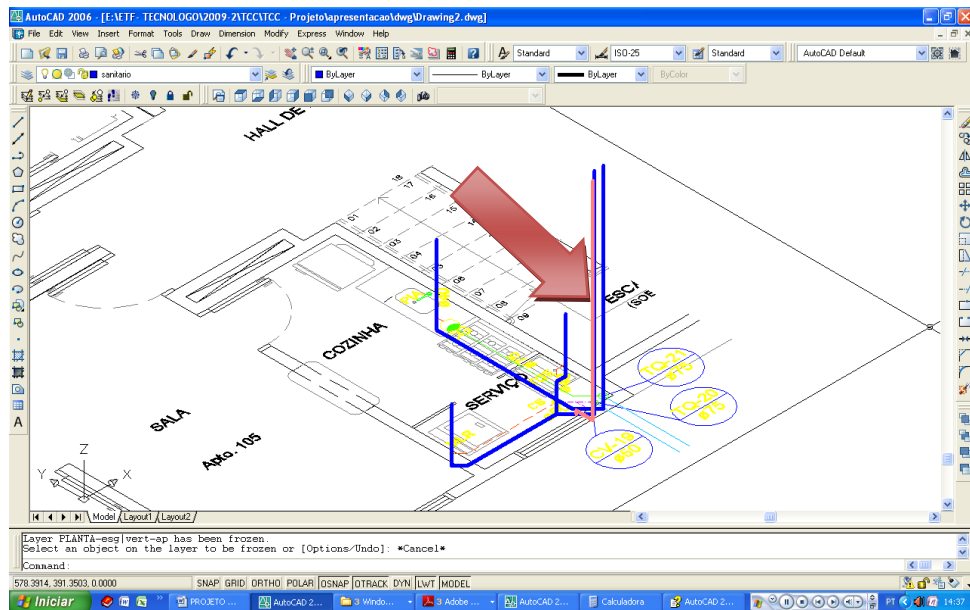


Figura 31 Eixo de rede verticais no plano Z

- f) Sexto passo congele os layer da rede bidimensional bem como os textos para que se possa visualizar somente a rede unifilar 3D figura 32, sobre o plano da planta arquitetônica para que se possa utilizar as vistas **Ortonormadas** e as vistas **Ortográficas** (figura 32) em função da análise do caminhamento.

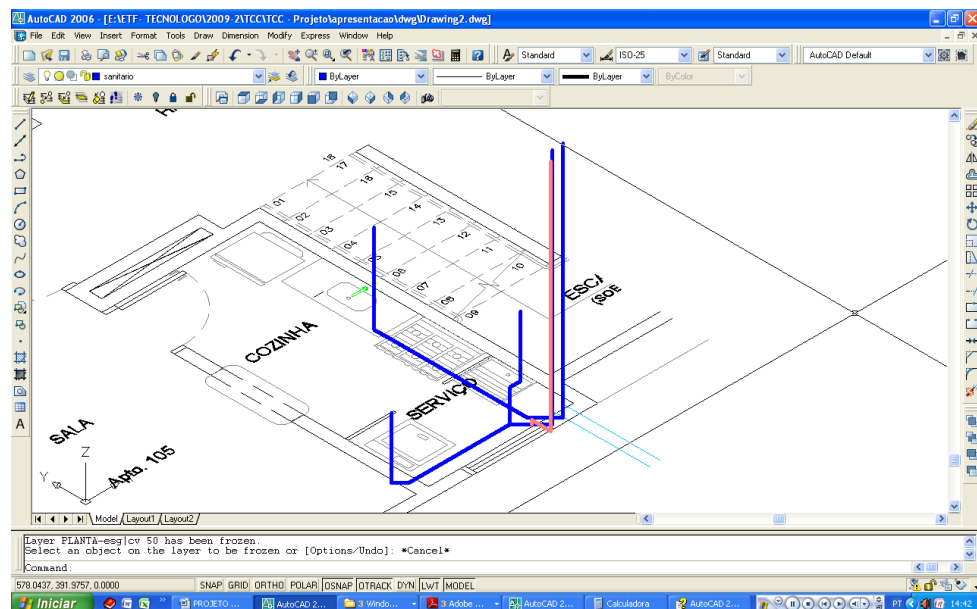


Figura 32 Rede unifilar 3D sanitária isolada

4.2. INTEGRAÇÃO UNIFILAR 3D

Após o término do lançamento de todas as redes de cada projeto individualmente, confe se existe ou não interferências ou trajetos que não coexistam. Com a rede totalmente lançada no espaço tridimensional, seleciona-se o ponto de ligação entre a planta baixa que não poderá sofrer modificações, e que não comprometa a estrutura da edificação, no caso temos a caixa de escada. Mova toda a rede unifilar tendo como base um mesmo ponto de referencia.

4.2.1. ANALISE DA INTEGRAÇÃO UNIFILAR 3D

A esta altura pode se verificar cada trecho com os recursos de vistas, *zoom* e ou isolando determinadas redes para que se possa comparar com maior nitidez, ver figuras 33 a 35.

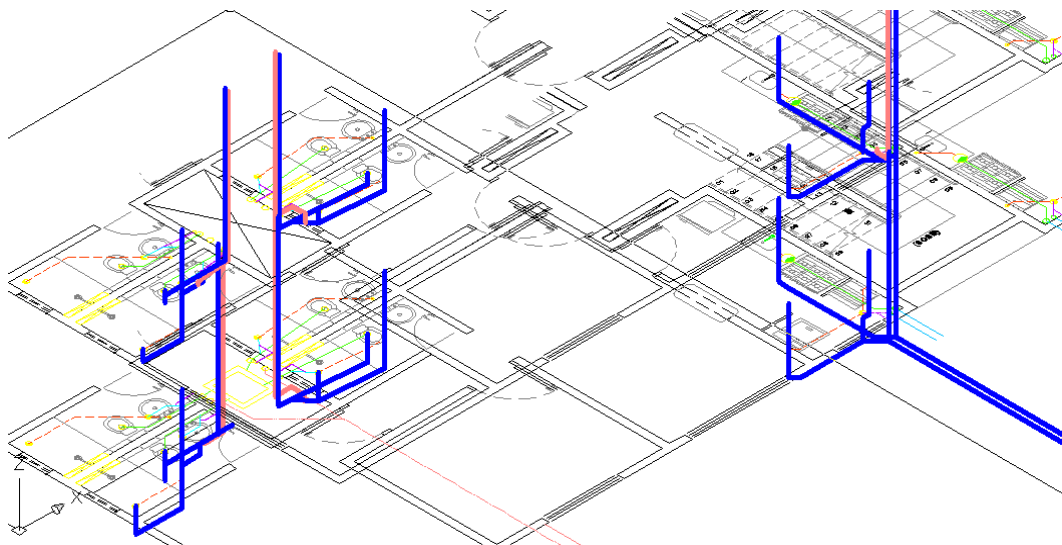


Figura 33 Integração unifilar 3D isolada da rede sanitária

Na figura 33 acima, pode se observar o caminhamento da rede sanitária, em destaque na cor azul definido pelo *layer*, no AutoCAD. Utilizou somente a compatibilização do pavimento térreo e um apartamento tipo para se analisar a continuidade de um pavimento a outro.

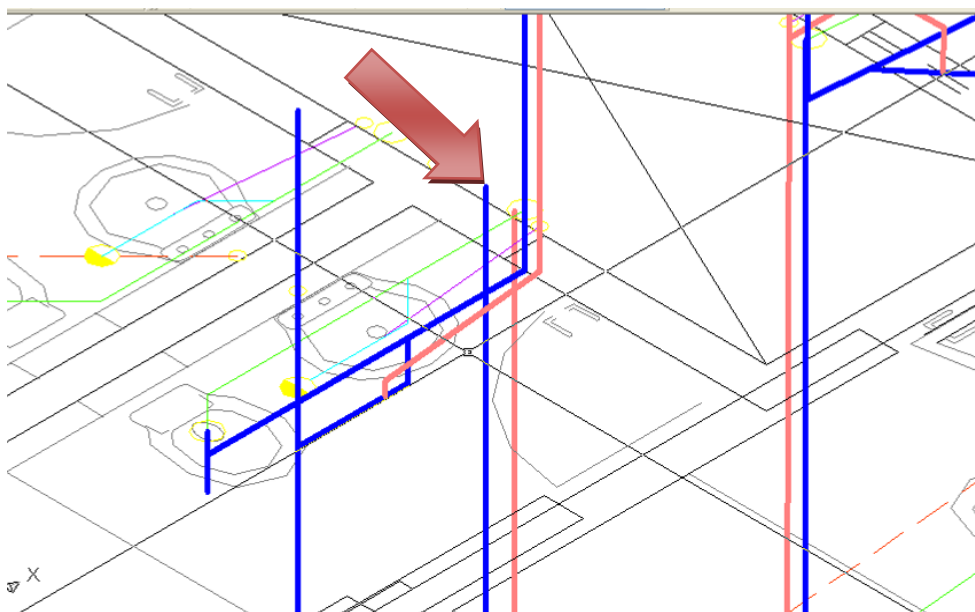


Figura 34 Integração unifilar 3D ampliada da rede sanitária

Em observação detalhada, ampliada na figura 34, pode se detectar que as tubulações verticais do pavimento térreo não se conectam com o pavimento tipo. Neste caso um problema de continuidade pode ocasionar retrabalho, por que tubo de queda sanitário não pode ter desvio.

Com o diagrama unifilar 3D, esta irregularidade fica evidente, e o integrador pode comunicar ao projetista para que se faça a devida revisão, a tempo de se passar ao executor.

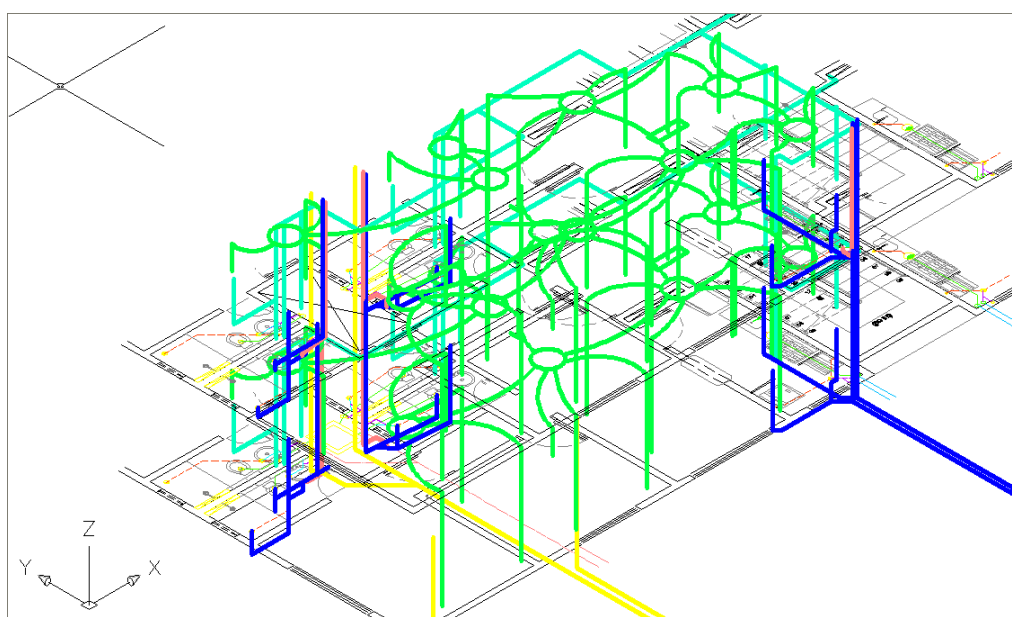


Figura 35 Integração unifilar 3D geral dos pavimento térreo e tipo

O integrador de projetos na construção de edifício, de posse do diagrama unifilar 3D, tem em mãos inúmeras possibilidades de análise, podendo jogar com diferentes instalações construtivas. A figura 35 acima, mostra varias redes de instalação na mesma área de trabalho, com cores bem definidas, o que permite verificar se o caminhamento horizontal e vertical não passa pelo mesmo trecho.

4.3. ANÁLISE

Na visão do integrador de projetos deve ser concebido e implementado de tal forma a integrar o conjunto de projetos, que devem estar ao mesmo tempo separados, mas próximo, de forma a concentrar os acessos das tubulações através dos “*shafts*”.

O conceito do acesso as instalações deve ser reforçado devido às manutenções periódicas que uma edificação deve sofrer durante sua vida útil.

Assim um edifício na sua concepção inicial deve ser pensado de forma a racionalizar todos os subsistemas envolvidos (estrutura, instalações, acabamentos), com foco na otimização dos projetos e da obra.

Os “caminhos” das tubulações devem seguir rotas que possam intervir de forma harmônica e agradável, frente ao projeto arquitetônico, possibilitando poucas interferências na obra.

A busca incessante e determinada pela integração de projetos deve ser perseguida, em nome dos conceitos aqui já referidos.

A interface das formas estruturais (viga, lajes, pilares) com as instalações deve priorizar o respeito as estruturas na sua geometria original. As passagens devem ser estudadas de maneira a ser previstas no projeto, revisadas pelo coordenador de projetos e após sua execução, não sofrendo alteração.

Assim a estrutura do edifício é ponto critico para definição do caminhamento das instalações.

5. CONCLUSÃO

O projeto em questão quer mostrar que o integrador de projetos em construção de edifício, precisa estar conectado com todas as fases que caracteriza uma obra. Ele tem que ser o elo de ligação entre o arquiteto e o projetista de instalações, a grande necessidade de mercado, obriga os empreendimento ser cada vez mais competitivos .

Quase sempre o projetista das diversas áreas, não tem tempo de repassar alterações uns aos outros e muito menos analisar as possíveis interferências construtivas que possam incompatibilizar a execução.

Com o uso cada vez maior de tecnologia, ferramentas **CAD** de diversos tipos são apresentadas como solução a minimizar estas falhas. A questão é que para isto faz se necessário utilizar ferramentas com mesma base dados para se comunicarem. O que não é possível, pois os projetistas de instalações não possuem o mesmo software como base de dados para interação com todos os projetos. Que são entregues na plataforma de desenho assistido por computador em arquivos nativo **DWG**. Como quase todos os *softwares* se comunicam através de exportação de dados de padrão internacional pela extensão **DXF**. Utilizar o *software* **AutoCAD** foi a solução encontrada para integrar os arquivos de forma racional e coerente. Além de ser bem conhecido pela maioria dos projetistas, permite realizar a leitura no espaço tridimensional com recursos que possibilita em tempo real investigar e compatibilizar os caminhamentos das estruturas que interagem em uma obra.

O lançamento do diagrama unifilar mostrou ser possível executar esta tarefa, o integrador pode verificar os projetos unificando os arquivos em uma mesma unidade de medidas reais.

Ao Utilizar combinações de estruturas ou as isolando para fazer uma varredura tanto no plano bidimensional quanto no espaço tridimensional, alternando as vistas ortográficas pré-estabelecidas pelo AutoCAD.

Permitirá ao integrador observar por ângulos diferentes e aproximar com os recursos de zoom os pontos chaves da estrutura, como as ligações de um pavimento ao outro e passagens nas estruturas que possa interferir a concepção arquitetônica e funcional do edifício.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Fabricio, Márcio M.; Melhado ,Silvio B. **Desafios Para Integração Do Processo De Projeto Na Construção De Edifícios** Disponível Em : <www.pcc.usp.br/silviobm/Publicações%20PDF/WB-Projetar2001-ES.pdf> Acesso em 12 de Junho de 2009

Ferramacho,Hugo. O guia pratico do autocad 2000 a 3 dimensões. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/7242560/Manual-Autocad-3d-Completo-eBook-Excelente01>> Acesso em 02 de Dezembro de 2009

Ferreira, Rita Cristina. **Uso do cad 3d na compatibilização espacial em projetos de produção e vedações verticais em edificações.**Dissertação apresentada a escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção de mestre em engenharia. 2007

Gerolla , Giovanny. **Layout racional.** Revista Técnica, JUL., 2006 Ed. 112

Loturco, Bruno. **Projetos coordenados.** Revista Técnica,Ed.135 - Junho/2008

Melhado , Silvio B. **Projetos integrados.** Revista Técnica, ago., 2007, ed. 125

Mikaldo Jr, Jorge.; Scheer, Sergio. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?** Artigo. Curitiba (PR) Brasil. Disponível em: < <http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-19.pdf> > acesso em 27 de Novembro de 2009

Mikaldo Jr, Jorge.; Scheer, Sergio. **Compatibilização de projetos em 3d como indicativo de redução de custo em edificações.** Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná - PPGCC/UFPR -Centro Politécnico.Curitiba, Pr – Brasil, Disponível em: <<http://www.jsengenharia.com.br/artigos/Compatibilizacao3DeReducaodeCustos-R1.pdf>> acesso em 23 de Junho de 2009

Mikaldo Jr, Jorge.; Scheer, Sergio. **Estudo comparativo de compatibilização de projetos 2d e 3d com Ênfase na valorização de projetos e projetistas. V workshop Brasileiro de gestão de processo do projeto na construção de edifícios.** Disponível em: <http://www.jsengenharia.com.br/artigos/ESTUDO_COMPARATIVO.pdf> Acesso em 27 de Novembro de 2009

Senac. **Apostia-Autocad-2006.** Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/4958391/Apostila-Autocad-2006>> Acesso em 07 de Dezembro de 2009