



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA - CT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

RONALD LOPES SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA
DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DE PISCINAS EM ALVENARIA
ESTRUTURAL**

JOÃO PESSOA

2022

RONALD LOPES SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA
DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DE PISCINAS EM ALVENARIA
ESTRUTURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a):

Prof. Hidelbrando José Farkat Diogenes

João Pessoa

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586d Silva, Ronald Lopes.

Desenvolvimento de ferramentas computacionais para dimensionamento e detalhamento de piscinas em alvenaria estrutural / Ronald Lopes Silva. - João Pessoa, 2022.
64 f.

Orientação: Hidelbrando José Farkat Diógenes.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Alvenaria Estrutural. 2. Visual Basic. 3. AutoCAD. I. Diógenes, Hidelbrando José Farkat. II. Título.

UFPB/CT

CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

RONALD LOPES SILVA

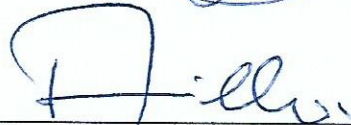
DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DE PISCINAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Trabalho de Conclusão de Curso em 01/12/2022 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Hidelbrando José Farkat Diógenes (Orientador)
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Primo Fernandes Filho
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Kildenberg Kaynan Félix Nunes
Instituto Federal da Paraíba

APROVADO



Prof.ª Andrea Brasiliano Silva
Matricula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

Dedicado à minha família, fonte da minha força.

AGRADECIMENTOS

Dona Edimilsa e “Doutor” Ronaldo, meus pais, sem eles sequer poderia estar em João Pessoa e que dirá cursar engenharia, aprender, conquistar, conhecer diversas coisas e pessoas, tudo que faço sempre será de vocês e por vocês.

As minhas irmãs e sobrinha , pois mesmo nos momentos onde eu estava chato, estressado ou cansado me apoiaram, fizeram rir e tiveram paciência. A minha Tia, uma segunda mãe.

Agradeço ao professor Hidelbrando, por todo o apoio, conselhos e não só nesse trabalho, mas nas diversas vezes que foi necessário. Aos professores da UFPB, pelos ensinamentos.

Aos meus amigos, principalmente aqueles que eu colocava em situações complicadas, não apenas durante o curso, mas durante toda a vida, com os pedidos repentinos e urgentes, que tiveram que aguentar meu drama e ego por diversas vezes.

Agradeço aqueles que viram os raros momentos que chorei durante toda essa graduação, durante os momentos que pensei em trocar de curso, durante os momentos que cheguei a pensar em desistir.

As cobaias que tiveram que ler esse trabalho inteiro para ajudar com minha dificuldade de escrever. Obrigado a todos vocês.

AMO CADA UM DE VOCÊS.

RESUMO

A alvenaria estrutural é um método construtivo que vem ganhando mais espaço. para construção de piscinas é uma alternativa para quem deseja um elemento durável e de custo intermediário. Automatizar os procedimentos de cálculo e desenho, mitigar erros e auxiliar a elaboração de pranchas para o projeto levaram a elaboração desse trabalho. Utilizando a bibliografia sobre esforços em placas a flexão se elaborou as sub rotinas no Microsoft Visual Studio e utilizando o Auto LISP, se elaborou funções para um dimensionamento mais preciso além de facilitar o processo de detalhamento. As ferramentas são precisas e usáveis tanto na obtenção de resultados quanto na sua utilização gráfica. As ferramentas são compatíveis com os softwares dados e as soluções adequadas poupam tempo do usuário, sem comprometer a liberdade de escolha das condições pelo usuário.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural; Visual Basic; AutoCAD.

ABSTRACT

Structural masonry is a constructive method that has been gaining more space. for the construction of swimming pools is an alternative for those who want a durable element with an intermediate cost. Automating the calculation and design procedures, mitigating errors and assisting in the preparation of planks for the project led to the elaboration of this work. Using the bibliography on forces in bending plates, subroutines were created in Microsoft Visual Studio and using Auto LISP, functions were developed for a more precise dimensioning in addition to facilitating the detailing process. The tools are precise and usable both in obtaining results and in their graphical use. The tools are compatible with the given software and the appropriate solutions save the user's time, without compromising the user's freedom to choose conditions.

Keywords: Structural masonry; Visual Basic; AutoCAD.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pressão hidrostática atuante sobre as paredes	26
Figura 2 – Largura máxima da seção isolada	28
Figura 3 - Dimensões Limites de Painéis Armados	28
Figura 4 - Coeficientes para determinação do momento em situações de lajes com todas as bordas engastadas.	31
Figura 5 - Interface do Visual LISP	32
Figura 6 - – Sequenciamento de Atividades	34
Figura 7 – Interface do AutoCAD	35
Figura 8 – Comando para pré-lançamento	35
Figura 9 - Mensagens exibidas na linha de comando para o pré-lançamento	36
Figura 10 - Primeira fiada e paginações lançadas pela rotina	36
Figura 11 – Caixa de Dialogo para Salvamento do Arquivo de dados.	37
Figura 12 - Interface geral.	37
Figura 13 - Objetos para Geometria da Piscina	38
Figura 14 – Dados do Solo.	39
Figura 15 – Botões e DataGridView para dimensionamento.	40
Figura 16 - Resultados da Verificação	41
Figura 17 - Planilha de Resultados	41
Figura 18 - Visualização das armaduras	42
Figura 19 - Opções de Exportação.	42
Figura 20 - Resultado das Exportações.	43
Figura 21 - Seleção do Arquivo para detalhamento	44
Figura 22 - Parede com disposições das armaduras	45
Figura 23 - Planta da Piscina	50
Figura 24 - Primeira fiada e vistas	51
Figura 25 - Seleção do arquivo gerado.	51
Figura 26 - – Dimensões da piscina.	52
Figura 27 – Menu do Geometria da Piscina	52
Figura 28 – Adição manual de propriedades	53
Figura 29 - Visualização da Parede.	53
Figura 30 - Saída do Botão Memória	54

Figura 31 – Caixa de Dialogo no comando “ <i>det</i> ”	54
Figura 32 - Parede detalhada.	55
Figura 33 - Extração dos Arquivos	60
Figura 34 - Seleção das LISP	61
Figura 35 - Mensagem de Segurança	61
Figura 36 - Pasta com Aplicativo	62
Figura 37 – Modulação e Dimensões finais	63
Figura 38 – Interface da Ferramenta de Dimensionamento	63
Figura 39 – Utilização da Função “Calcular com NSPT”	64
Figura 40 – Salvar Arquivo gerado para usar o comando de detalhamento	65
Figura 41 – Vista Final da Parede.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais	20
Tabela 2 - Dimensões de fabricação de blocos de concreto simples.....	20
Tabela 3 - Resistência a tração da alvenaria.....	21
Tabela 4 - Coeficiente de momento para situações de paredes com borda superior e coeficiente de ortogonalidade igual a 0,5	24
Tabela 5 – Caracterização das Ferramentas	33
Tabela 6 - Valores iniciais.....	40
Tabela 7 - Planilha de Quantitativo	44
Tabela 8 - Resultados do Cálculo Manual.....	50
Tabela 9 - Comparação de Valores	55
Tabela 10 – Valores para o Exemplo	64

LISTA DE SIGLAS

ANAPP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS E PROFISSIONAIS DE PISCINAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

VB.NET – *VISUAL BASIC* NA PLATAFORMA .NET

VS – VISUAL STUDIO

ELU – ESTADO LIMITE ÚLTIMO

NBR – NORMA BRASILEIRA

M_{par} – MOMENTO PARA FLEXÃO HORIZONTAL – PARALELA A FIADA

M_{per} - MOMENTO PARA FLEXÃO VERTICAL – PERPENDICULAR A FIADA

TAN – TANGENTE DE UM ÂNGULO

KMD – COEFICIENTE ADIMENSIONAL PARA MOMENTO DE CÁLCULO

KZ – COEFICIENTE ADIMENSIONAL PARA BRAÇO DE ALAVANCA

KX – COEFICIENTE ADIMENSIONAL PARA POSIÇÃO DA LINHA NEUTRA

OOP – *OBJECT ORIENTED PROGRAMMING* – PROGRAMAÇÃO ORIENTADA AO OBJETO

CAD – COMPUTER-AIDED DESIGN – DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

TXT – ARQUIVO DE TEXTO

XLSX – ARQUIVO DE PLANILHA

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo Geral	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
1.2	METODOLOGIA	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	ALVENARIA ESTRUTURAL	19
2.1.1	Componentes	19
2.1.1.1	<i>Blocos</i>	19
2.1.1.2	<i>Argamassa</i>	20
2.1.1.3	<i>Graute</i>	21
2.1.1.4	<i>Armaduras</i>	21
2.1.2	Dimensionamento de Painéis em Alvenaria Estrutural	22
2.1.2.1	<i>Comportamento da Alvenaria a Flexão</i>	22
2.1.2.2	<i>Índice de esbeltez</i>	22
2.1.2.2.1	<i>Altura Efetiva</i>	23
2.1.2.2.2	<i>Espessura Efetiva</i>	23
2.1.2.3	<i>Determinação dos esforços</i>	24
2.1.2.4	<i>Situações consideradas</i>	25
2.1.2.5	Momento Resistente e determinação de armaduras	27
2.1.2.5.1	<i>Alvenaria não armada</i>	27
2.1.2.5.2	<i>Alvenaria armada</i>	27
2.1.2.6	Verificação por cisalhamento.	28
2.1.2.7	Verificação de Estado Limite de Serviço	28
2.1.3	Documentação de Projeto	29
2.1.4	Quantitativo de Projeto	29
2.1.4.1	<i>Blocos ou Tijolo Estrutural</i>	29
2.1.4.2	<i>Aço</i>	29
2.1.4.3	<i>Graute</i>	30
2.2	LAJES DE CONCRETO ARMADO	30
2.2.1	Dimensionamento de Lajes	30
2.2.2	Detalhamento de lajes maciças	31

2.3	LINGUAGENS COMPUTACIONAIS	32
2.3.1	Visual Basic	32
2.3.2	Auto LISP	32
3	DESENVOLVIMENTO DAS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS	33
3.1	LISP DE LANÇAMENTO	34
3.1.1	Lançamento Automático	34
3.1.2	Exportação de Dados	37
3.2	ROTINA DE DIMENSIONAMENTO	37
3.2.1	Entrada de Dados	38
3.2.2	Processamento de Cálculo	40
3.2.3	Exibição de Resultados	42
3.2.4	Exportação de dados	42
3.2.4.1	<i>Nuvens de Dados</i>	43
3.2.4.2	<i>Quantitativo</i>	43
3.2.4.3	<i>Memoria</i>	44
3.3	LISP PARA DETALHAMENTO	44
3.3.1	Entrada de Dados	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	46
4.1.1	Cálculo Manual	46
4.1.1.1	<i>Cargas atuantes</i>	47
4.1.1.2	<i>Verificação da esbeltez.</i>	47
4.1.1.3	<i>Esforços nos painéis.</i>	48
4.1.1.4	<i>Momento Resistente.</i>	48
4.1.1.5	<i>As armaduras das paredes.</i>	49
4.1.1.6	<i>Estado de Limite de Serviço</i>	49
4.1.1.7	<i>Resultado do Cálculo Manual.</i>	50
4.1.2	Execução Completas das Ferramentas	50
4.1.3	Comparação dos Resultados	55
5	CONCLUSÃO	56
6	REFERÊNCIAS	58
	ANEXO A	60

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, em agosto de 2021, era o segundo país em número de piscinas no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos(ANAPP,2021). A comodidade de se ter piscina no imóvel em geral agrega maior valor ao imóvel e, em tese, facilita em momentos a venda ou locação do mesmo.

Nas discussões de qual tipo de sistema construtivo de piscina residenciais a utilizar, três tipos se sobressaem, são elas: piscina de fibra de vidro, de alvenaria estrutural e as de concreto armado. As de fibra em geral mais baratas e as de concreto armado mais caras, estando, portanto, as de alvenaria estrutural em um patamar intermediário em termos de custo.(TELHANORTE,2019)

Flores (2016) fez o comparativo entre uma mesma piscina com sua estrutura em concreto armado e em alvenaria estrutural, tendo a segunda o valor 20% inferior da primeira, a não utilização de formas e menor quantidade de aço na superestrutura são fatores preponderantes para essa diferença (MALUF, 2007)

Camacho (2006) conceitua a alvenaria estrutural, como um processo construtivo ao qual os elementos de alvenaria desempenham a função estrutural e todo o processo do projeto até a execução feita de forma racional. Sua utilização data dos primeiros registros das grandes civilizações. Rabelo (2004) traz o exemplo a pirâmide de Quéops no Egito, construída em bloco de pedras pesando mais que cinco mil e quinhentas toneladas.

Como um processo totalmente racionalizado demanda bastante estudo e detalhamento na etapa de projeto, uma vez que as paredes necessitam de dimensões que se adequem a modulação dos blocos pré-fabricados, em piscinas usuais retangulares o processo de dimensionamento e modulação pode ser melhorado com a utilizando o Autodesk AutoCAD e Microsoft Visual Studio como potenciais as ferramentas computacionais a fim de otimizar o processo projeto. Então se buscou a criação de códigos a fim de mitigar erros e aumentar a produtividade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma ferramenta computacional a fim de disseminar a utilização da alvenaria estrutural como método construtivo com enfoque na construção de piscinas residenciais.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Obter de forma automatizada a determinação de esforços em painéis de alvenaria estrutural;
- Produzir documentação técnica, isto é, fornecer vistas e paginações de paredes facilitando a elaboração de pranchas;

1.2 METODOLOGIA

O Programa para dimensionamento foi desenvolvido através de linguagem VB.NET, utilizando o Microsoft Visual Studio, alia os objetos disponibilizados pelo VS 2022 para aplicação das expressões utilizadas no dimensionamento feito por Flores(2016) e nos estudos de Maluf (2007) . A disposição automática da primeira fiada de assentamento utilizando de *template* produzido para concepção de piscinas em alvenaria estrutural tem como fonte propriedades para repetição de comandos disponibilizada pelo Auto LISP para aumentar a velocidade de desenhos.

Em posse das ferramentas de cada linguagem se objetivou o máximo de automação para facilitar o processo, de forma que poderiam ser ocultados do usuário e armazenados internamente para consulta do usuário.

O dimensionamento não se restringe apenas a alvenaria, utilizando a teoria de placas a flexão (ARAÚJO,2010), se também faz o dimensionamento para ELU das lajes de fundo da piscina. Dentre os efeitos considerados se destaca a verificação para subpressão que a laje pode sofrer a depender do tipo de nível que o lençol freático.

Se baseando no estudo de caso de Flores(2016), se comparou os resultados para uma parede de 5,28 x 1,60 m, dimensionada pela ferramenta com os resultados do estudo, com um

cálculo manual adaptado aos novos parâmetros vigentes. As ferramentas gráficas foram verificadas como ferramentas auxiliares no processo de dimensionamento.

No final se tem uma planilha de quantitativo, memória de cálculo em um documento, gerado em condições de interligação da ferramenta desenvolvida com o pacote Office da Microsoft. Também vista da paginação das paredes da piscina utilizada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL

Camacho (2006) destaca como os principais componentes da alvenaria estruturais os blocos ou tijolos, a argamassa, o graute e as armaduras, essa última caso seja considerada na absorção dos esforços, a alvenaria recebe a classificação de alvenaria armada, enquanto nas paredes onde a armadura não tem finalidade de absorção de esforços, ela é denominada alvenaria não armada e suas funções é prevenir problemas como o aparecimento de fissuras (CAMACHO, 2006).

2.1.1 Componentes

2.1.1.1 Blocos

Nos blocos estruturais Flores (2016) destaca as propriedades resistência a compressão, absorção, vedação, modulação e trabalhabilidade, A NBR 15270-2 de 2005 define como bloco cerâmico estrutural o componente da alvenaria estrutural que tem furos prismáticos perpendiculares as faces que o contêm, esse ainda pode ser dividido em três tipos, bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas, bloco cerâmico estrutural de paredes maciças e bloco cerâmico estrutural perfurado.

A outra tipologia de bloco estrutural é do bloco vazado de concreto simples, a 6136/2016 usa a definição que é o componente de alvenaria estrutural com ou sem função estrutural, vazado nas faces superiores e que possui área líquida menor que 75% da área bruta.

Ambas tipologias de blocos tem suas dimensões nominais pré-definidas as Tabelas 1 e 2, mostram essas dimensões.

Tabela 1 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais

Dimensões L x H x C	Dimensões de Fabricação (cm)					
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento			
Módulo dimensional M = 10 cm			Bloco Principal	1/2 Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (5/2)M		19	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (3)M			29	14	26,5	41,5
(5/4)M x (2)M x (4)M			39	19	31,5	51,5
(3/2)M x (2)M x (3)M	14	19	29	14	-	44
(3/2)M x (2)M x (4)M			39	19	34	54
(2)M x (2)M x (3)M	19	19	29	14	34	49
(2)M x (2)M x (4)M			39	19	-	59

Fonte: NBR 15720-2 (ABNT, 2005)

Tabela 2 - Dimensões de fabricação de blocos de concreto simples

Família	Dimensões de Nominal (mm)											
	Largura	Altura	Comprimento									
			Inteiro	Meio	2/3	1/3	Amarração (L)	Amarração (T)				
20 x 40	190	190	390	190	-	-	-	-				
15 x 40	140						290	140	340	540		
15 x 30			115	390					190	-	440	
12,5 x 40	240										115	-
12,5 x 25							365	-				240
12,5 x 37,5					390	190	-	-				-
10 x 40	90		390	190	-	-	290					
10 x 30			290	140	190	90						
7,5 x 40	65		390	190	-	-	-					

Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2016)

2.1.1.2 Argamassa

Com função de ligação dos blocos, garantir a vedação e compensar as variações dimensionais das unidades (CAMACHO, 2006). A argamassa é o componente utilizado para se fazer as ligações entre os blocos, de tal forma que evite pontos de concentração de tensões ela é composta principalmente de areia, cimento, água e cal.(CAMACHO, 2006)

A argamassa é responsável em grande parte pela resistência a tração na flexão da parede, pois quanto mais resistência a compressão a argamassa se apresenta, maior será a resistência de aderência bloco-argamassa, assim influenciando na resistência a tração (MALUF, 2007).

A seguir na Tabela 3, indica os valores de tensão última de tração em paredes de alvenaria estrutural em decorrência da resistência da argamassa.

Tabela 3 - Resistência a tração da alvenaria

Resistência média a compressão da argamassa	f_{tk} (MPa)	
	Direção da tração perpendicular à fiada	Direção da tração paralela à fiada
Entre 1,5 e 3,4 MPa	0,1	0,2
Entre 3,5 e 7,0 MPa	0,2	0,4
Acima de 7,0 MPa	0,25	0,5

Fonte: NBR 16868-1 (ABNT, 2020)

2.1.1.3 Graute

Flores (2016) apresenta o graute como um tipo de concreto onde os agregados utilizados tem dimensões menores que o convencional e possui alta fluidez, para preencher adequadamente os vazios dos blocos onde será lançado.

Suas principais funções são a de aumentar a resistência a compressão da parede e de aderência na interação com as armaduras (CAMACHO, 2006).

2.1.1.4 Armaduras

As barras de aço utilizadas na alvenaria estrutural são as mesmas utilizadas em estruturas de concreto armado (FLORES, 2016). Ou seja, podendo ser de CA-50 ou CA-60, com diâmetros mais usais sendo os de 6,3 até 12,5 mm. Podem ser tanto apenas construtivas para evitar o aparecimento de fissuras quanto de cálculo, onde atuarão absorvendo os esforços de tração (CAMACHO, 2006).

Flores (2016) destaca que sempre que necessárias em situações de alvenaria estrutural as barras devem estar envoltas por graute para garantir a aderência e solidariedade entre a alvenaria e o aço.

2.1.2 Dimensionamento de Painéis em Alvenaria Estrutural

Quando são solicitadas por cargas perpendiculares a sua face, as paredes estruturais tem comportamento de placa a flexão, nessas ocasiões se elas passam a ser denominadas de painéis de alvenaria (MALUF, 2007).

Como é comum em materiais frágeis a resistência a flexão em painéis de alvenaria é dada pela máxima resistência a tração, valores esses que são consequência da argamassa escolhida. Maluf (2007) destaca que a resistência a compressão na flexão é maior que a resistência a compressão simples nesses elementos.

2.1.2.1 Comportamento da Alvenaria a Flexão

A Alvenaria não tem comportamento isotrópico, quando submetida a flexão sua resistência à tração na direção perpendicular a fiada é distinta do que o mesmo fenômeno ocorrendo de forma paralela a fiada (MALUF, 2007).

Na NBR 16868-1 a relação entre as resistências na direção paralela a fiada pela resistência a tração perpendicular gera o coeficiente de ortogonalidade à flexão, a Equação 1.

$$\mu = \frac{f_{tk,per} + \sigma}{f_{tk,par}} \quad (1)$$

- μ - Coeficiente de ortogonalidade
- σ – Tensão dada por 90% da carga axial permanente na seção.
- $f_{tk,per}$ – Resistência a tração na direção perpendicular a fiada
- $f_{tk,par}$ – Resistência a tração na direção paralela a fiada

2.1.2.2 Índice de esbeltez

A Verificação da estabilidade do painel é através do seu índice de esbeltez, a Tabela 9 da NBR 16868-1:2020 determina para alvenaria não armada o valor máximo de 24, enquanto na alvenaria armada pode chegar a 30. O índice de esbeltez é calculado conforme a Equação 2.

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \quad (2)$$

- h_{ef} - Altura efetiva da parede
- t_{ef} – Espessura efetiva da parede

2.1.2.2.1 Altura Efetiva

A NBR 16868 define altura efetiva para dois casos, levantando em conta o travamento lateral da parede.

Para os casos que não ocorra travamento lateral transversal e o deslocamento nas extremidades superior e inferior é restrito a altura efetiva é igual a altura da parede. Porém se uma das extremidades for livre e houver um travamento que restrinja conjuntamente o deslocamento horizontal e rotação na outra extremidade, extremidade engastada, se utiliza o dobro da altura como altura efetiva.

Nos casos onde ocorrer travamento lateral transversal a norma pede a utilização das equações 3 e 4 e escolhida o menor valor entre as duas.

$$h_{ef} = \alpha_v \times h \quad (3)$$

$$h_{ef} = 0,7 * \sqrt{\alpha_v \times h \times \alpha_h \times l} \quad (4)$$

- α_v - Coeficiente de esbeltez vertical
- α_h - Coeficiente de esbeltez horizontal
- h – Altura do painel
- l – Altura do painel

2.1.2.2.2 Espessura Efetiva

Para painéis que não possuem enrijecedores a sua espessura efetiva é simplesmente a largura do bloco, desconsiderando os revestimentos.

2.1.2.3 Determinação dos esforços

Existem uma série de procedimentos de para a determinação do momento fletor em painéis, Maluf (2007) fez um estudo comparativo entre os métodos e concluindo que o mais indicado é o método pela linha de ruptura, conforme a norma canadense (CSA S304. 1/1994).

$$M_{par} = \alpha \times w_k \times L^2 \quad (5)$$

$$M_{per} = \mu \times \alpha \times w_k \times L^2 \quad (6)$$

A Equação 5 define o momento fletor para a tração atuante paralelamente a fiadas do painel, enquanto a Equação 6, corresponde ao esforço na perpendicularmente a fiada. Nas expressões L é o comprimento da parede, w_k é a carga uniformemente distribuída sobre a placa, na expressão para o momento na direção perpendicular, aparece o coeficiente de ortogonalidade, já α é coeficiente de momento é obtido através da tabela E.2 da NBR 16868-1

Para o dimensionamento de piscinas se utiliza a tabela para a situação da parede simplesmente apoiadas em três bordas e livre na borda superior (FLORES, 2016). Para situações adotadas a carga axial é considerada nula, então para os valores da Tabela 3 e aplicados a Expressão 1, o coeficiente de ortogonalidade é de 0,5. Logo foi adaptado para a apresentação, nesse trabalho, da Tabela 4.

Tabela 4 - Coeficiente de momento para situações de paredes com borda superior e coeficiente de ortogonalidade igual a 0,5

h/L	α
0,3	0,043
0,5	0,061
0,75	0,077
1,00	0,087
1,25	0,093
1,50	0,098
1,75	0,101
2,00	0,104

Fonte: adaptado de NBR 16868 (2020)

Para ocasiões onde h/l for inferior a 0,3 adotasse que todo esforço ocorre apenas na direção da menor dimensão do painel (MALUF, 2007).

Nessas situações para a determinação do momento fletor se faz a analogia do painel como uma marquise com um extremidade livre e engastada na sua extremidade inferior e utilizando os métodos descritos por Araújo (2010) para a determinação dos esforços utilizamos a Equação 7.

$$M = \gamma \times \frac{H^3}{6} \quad (7)$$

- γ é o peso específico do material em KN/m³
- H é a altura do painel

2.1.2.4 Situações consideradas

Na consideração de esforços é importante se levar em consideração a diversidade de condições que pode se apresentar uma piscina em toda sua vida útil, situações onde ela estaria completamente vazia e enterrada, ou completamente cheia enquanto não se tem aterros na lateral (situações de teste de estanqueidade). Para a laje se deve prever situações onde o lençol freático possa subir acima do nível de funda piscinas causando uma subpressão na piscina.

Dessa forma no dimensionamento dos painéis foram consideradas as cargas para situação vazia e solo saturado ao redor e em contra partida situação onde apenas o empuxo da água da piscina cheia ocorre. Para as lajes de fundo se dimensionou a armadura inferior para situações de cargas usuais pela utilização e volume de água, e também uma armadura superior para situações de subpressão (TELES, 2020).

Logo quatro condições são previstas para o dimensionamento, a primeira condição é a de reservatório vazio e com aterrado ao lado, nessa situação elas sofrem cargas similares a paredes de reservatórios (FLORES, 2016). Nessas situações o empuxo pelo solo é calculado pela Equação 8:

$$P_{solo} = \gamma_{sat} * k_a * h \quad (8)$$

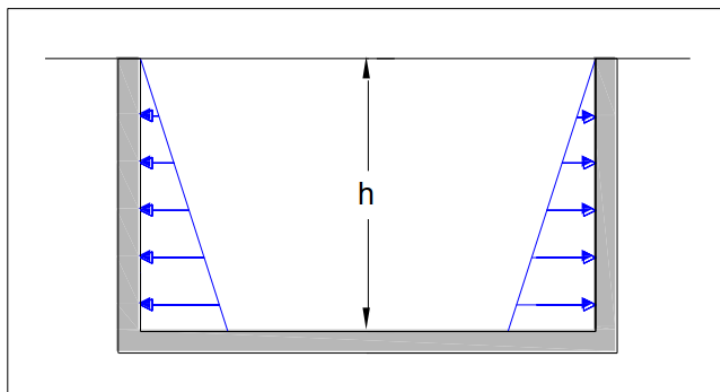
- P_{solo} - Pressão do Solo
- γ_{sat} - Peso específico do solo saturado em KN/m³
- K_a - Coeficiente de empuxo ativo
- H - Altura da coluna da parede em metros

O Coeficiente de empuxo ativo é dado através do ângulo de atrito (Φ) do solo utilizado, Equação 9.

$$k_a = \tan^2(45 - \frac{\Phi}{2}) \quad (9)$$

A segunda situação é a mais comum para o dimensionamento de reservatórios enterrados.(COSTA, 1998). Leva em consideração o empuxo ocasionado pela água em alguma condição onde existe a ausência de material do outro lado da parede. Conforme a Figura 1.

Figura 1 – Pressão hidrostática atuante sobre as paredes



Fonte: Flores(2016)

A pressão hidrostática, Equação 10, é determinada de forma semelhante ao efeito devido ao solo. Por

$$P_{hid} = \gamma_{agua} * h \quad (10)$$

Para as lajes de fundo, além da carga devida à água foi adotada uma sobrecarga de 250 kg/m² o peso de toda água sobre a laje, em caso da piscina está cheia, e também seguindo as orientações de Teles (2020) se considerou para ocasiões onde a piscina estaria vazia a subpressão devido à altura do lençol freático.

Para se determinar a subpressão se faz o produto entre o peso específico da água e a diferença entre o nível da água e cota de fundo da piscina (TELES, 2020).

2.1.2.5 Momento Resistente e determinação de armaduras

2.1.2.5.1 Alvenaria não armada

Para a alvenaria não armada, o momento resistente é dado pelo produto da tensão máxima a tração com módulo de resistência a flexão (W), Equação 11.

$$M_R = f_{tk} * W \quad (11)$$

Ele tem que ser verificado em ambas as direções, com a utilização de coeficientes de ponderação do momento γ_f e de resistência γ_m . A NBR 6118 coloca o primeiro coeficiente como 1,4, já a NBR 16868 define o valor de γ_m como 2,0 para alvenaria.

2.1.2.5.2 Alvenaria armada

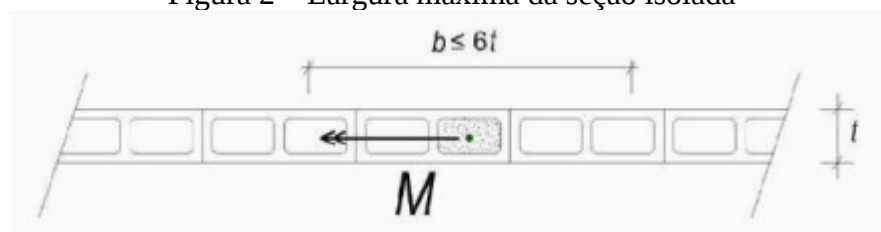
Caso a alvenaria não armada não suporte os momentos atuantes, se opta pela utilização de barras de aço, com a Equação 12 para a obtenção da área de aço suficiente para a absorção do momento fletor atuante.

$$A_s = \frac{M_d}{f_s * z} \quad (12)$$

- A_s – Área efetiva de aço.
- M_d – Momento de cálculo
- f_s – Resistência de cálculo da armadura
- z – braço de alavanca.

A Norma brasileira limita que as seções com armaduras isoladas não podem ter largura superior a seis vezes a espessura da parede, Figura 2, e uma armadura mínima de 0,1 % da área de seção transversal.

Figura 2 – Largura máxima da seção isolada



Fonte: NBR 16868-1 (ABNT 2020)

2.1.2.6 Verificação por cisalhamento.

Para paredes armadas perpendicularmente ao plano de cisalhamento a NBR 16868-1, determina a resistência ao corte através da Equação 13:

$$f_{vk} = 0,35 + 17,5 \times \rho \quad (13)$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \quad (14)$$

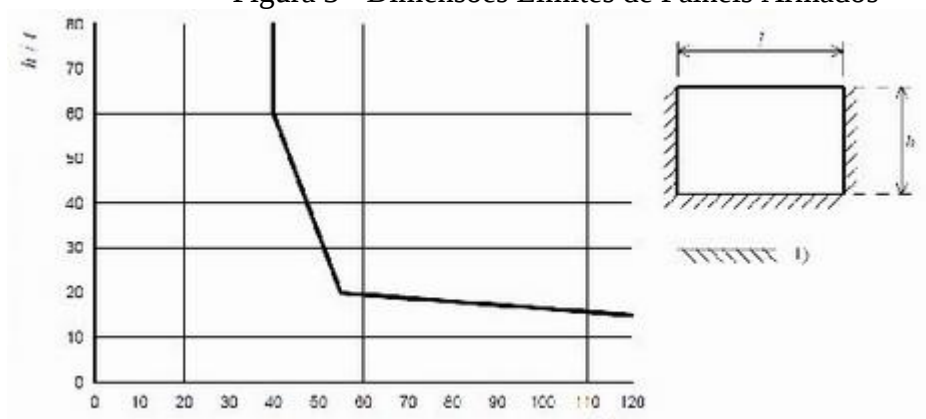
O resultado da equação 13 não pode ultrapassar 0,7 MPa, e para determinar a tensão cisalhante nas paredes, se utiliza a expressão de cisalhamento direto. (FLORES, 2016)

$$\tau_{vd} = \frac{V_d}{bd} \quad (15)$$

2.1.2.7 Verificação de Estado Limite de Serviço

Para a NBR 16868-1/2020, as situações de parede armada com carga fora do plano, o ELS é considerado atendido, se o par ordenado de h/t e l/t estiver dentro dos limites impostos da Figura 3. Caso o contrário é necessário fazer a verificação de deslocamento limite do painel.

Figura 3 - Dimensões Limites de Painéis Armados



Fonte: NBR 16868-1 (ABNT 2020)

2.1.3 Documentação de Projeto

Quanto a documentação e detalhamento de projeto a NBR 16868, deve se conter a informações necessárias para a execução, devendo ter a o posicionamento dos tijolos especiais, detalhes de amarração, localização dos pontos grauteados e de armadura. Além das vistas e paginações da parede também é necessário que se indique as especificações das paredes, tais como resistência do bloco, resistência do graute, da argamassa e categoria e bitola de aço a serem utilizadas.

2.1.4 Quantitativo de Projeto

Três elementos compõem principal a alvenaria estrutural, o bloco ,seja ele de concreto ou de cerâmica, o graute e aço. Então é importante que se tenha uma estimativa do consumo de cada material para controle de custos e de gestão da construção, a seguir vamos mostrar como se estimar o quantitativo de cada um dos componentes.

2.1.4.1 Blocos ou Tijolo Estrutural

Para blocos a fórmula é simples, se precisa apenas determinar qual o número de blocos por fiada, e a quantidade de fiadas necessárias na edificação. Assim a determinação é feita a partir da Equação 16;

$$\text{Quantidade de Blocos} = N_{fiadas} \times N_{blocos \text{ por fiadas}} \quad (16)$$

2.1.4.2 Aço

Como a alvenaria estrutural dispensa a utilização de formas (CAMACHO, 2006). O aço por vezes acaba sendo o material por custo unitário mais elevado na edificação é convencional que a quantidade de aço seja disposta em termos de peso, Equação 17. O valor apresentado é a soma total do peso independente qual seja tamanho das Bitolas.

$$\text{Peso de Aço} = N_{barras} \times P_{\text{Peso por Barra}} \quad (17)$$

2.1.4.3 Graute

Especialmente no projeto de painéis de alvenaria estrutural, o graute está presente nos pontos envolvendo a armadura. Logo a quantidade de pilares ou de canaletas preenchidas é igual a quantidade de barras de aço, portanto para o quantitativo de graute tem duas Equação 18 e 19.

$$\text{Vol. de Graute} = N_v \times \text{área do furo} \times \text{Altura da Parede} \quad (18)$$

$$\text{Vol. de Graute} = N_v \times \text{área livre da canaleta} \times \text{Comprimento da Parede} \quad (19)$$

2.2 LAJES DE CONCRETO ARMADO

2.2.1 Dimensionamento de Lajes

Para a determinação de esforços se baseou na teoria de flexão de placas apresentada por Araújo (2010) utilizando das tabelas em anexo, foi considerada a condição que todas as bordas são engastadas. Portanto os momentos nas lajes foram determinados através das Equações 20 a 23.

$$M_x = 0,001 \times m_x \times p \times L^2 \quad (20)$$

$$M_y = 0,001 \times m_y \times p \times L^2 \quad (21)$$

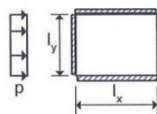
$$M_{xe} = 0,001 \times m_{xe} \times p \times L^2 \quad (22)$$

$$M_{ye} = 0,001 \times m_{ye} \times p \times L^2 \quad (23)$$

Os coeficientes m_x , m_y , m_{xe} e m_{ye} são obtidos através da tabela A2.6 do Volume 2 do Livro de Araújo, essa tabela é apresenta na Figura 4.

Figura 4 - Coeficientes para determinação do momento em situações de lajes com todas as bordas engastadas.

Tabela A2.6 - Laje retangular engastada em todo o contorno, com carga uniformemente distribuída



l_x/l_y	w_c	m_{xe}	m_{ye}	m_x	m_y	r_x	r_y
0,50	2,51	-82,6	-56,0	40,9	11,8	241	380
0,55	2,45	-80,6	-56,1	39,6	13,2	242	367
0,60	2,35	-78,4	-56,2	38,2	14,9	244	353
0,65	2,22	-75,9	-56,5	36,5	16,5	247	339
0,70	2,09	-73,1	-56,8	34,5	17,8	249	326
0,75	1,97	-69,8	-56,4	32,3	18,8	250	313
0,80	1,84	-66,1	-55,8	30,0	19,7	251	299
0,85	1,70	-62,0	-55,0	27,7	20,5	251	286
0,90	1,56	-58,0	-54,0	25,5	21,1	251	275
0,95	1,42	-54,3	-52,7	23,3	21,3	251	262
1,00	1,27	-51,1	-51,1	21,1	21,1	250	250

Fonte: Araújo(2010)

O cálculo da área de aço é utilizado por Flores (2016) que é o dimensionamento da laje maciça como se fosse uma viga retangular com largura unitária foi o procedimento adotado também para esse trabalho fazendo o dimensionamento ser baseado nas expressões 24 a 27.

$$KMD = \frac{M_d}{b_w \times d^2 \times f_{cd}} \quad (24)$$

$$A_s = \frac{KMD \times d \times f_{cd}}{KZ \times f_{yd/1,15}} \quad (25)$$

Para determinar o KX e consequentemente se fez uma adaptação da equação do segundo grau que relaciona o KMD com o KX, Equação 26.

$$KX = \frac{0,67 - \sqrt{0,68^2 - 4 \times 0,272 \times KMD}}{2 \times 0,272} \quad (26)$$

Com o valor do KX, se determina o KZ com a expressão 26.

$$KZ = 1 - 0,4 \times KX \quad (27)$$

2.2.2 Detalhamento de lajes maciças

O item 20.1 da NBR 6118/2014 limita para lajes maciças o espaçamento de armaduras a 20 cm ou duas vezes a espessura da laje de fundo, para armaduras principais e 33 cm para armaduras secundárias, para esse trabalho, ambas direções permitem espaçamento para armaduras principais.

2.3 LINGUAGENS COMPUTACIONAIS

2.3.1 Visual Basic

A linguagem Visual Basic surgiu em 1991, a partir da QuickBasic, com agora a possibilidade de se utilizar objetos já disponibilizados no ambiente de programação com a possibilidade de posicioná-los assim criando uma interface de aplicativo, sem utilizar algum código computacional. O VB (*Visual Basic*) é uma linguagem imperativa, herdada da QuickBasic, além de ser também uma linguagem estruturada (SARMENTO,2020).

A Plataforma .NET, ou .NET Framework, desenvolvida pela Microsoft nos anos 2000, permitiu que um código escrito para essa plataforma tivesse liberdade de ser executado em qualquer dispositivo, desse novo caminho surgiu a VB.NET (SARMENTO,2020).

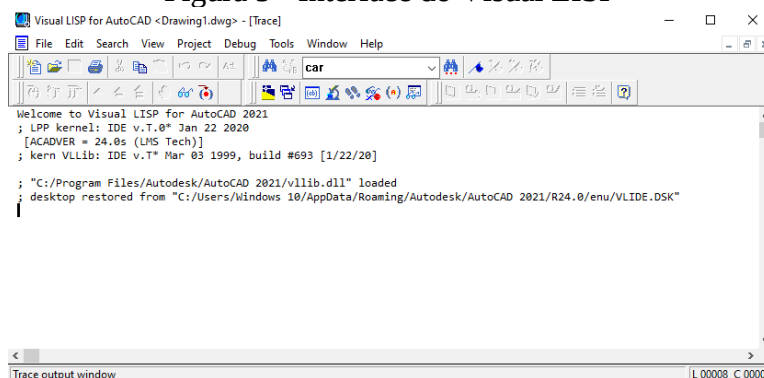
Sarmento (2020) elenca duas vantagens do *Visual Basic*, a biblioteca de classes que além das preexistentes pode ser expandida e sua característica de OOP, *Object-Oriented Programming*.

2.3.2 Auto LISP

Auto LISP é uma versão reduzida da linguagem CommonLISP, adaptada pela Autodesk para integrar o seu *software* CAD, de forma a dar liberdade ao usuário para criar aplicativos e soluções não existentes dentro do AutoCAD. Possuindo então sua própria sintaxe, tipos de dados e estrutura. (JACOSKI; BREDA, 2004)

Integrado ao AutoCAD se tem o console para a programação em Auto LISP, chamado de Visual LISP, Figura 5.

Figura 5 - Interface do Visual LISP



Fonte: Elaborado pelo Autor

3 DESENVOLVIMENTO DAS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

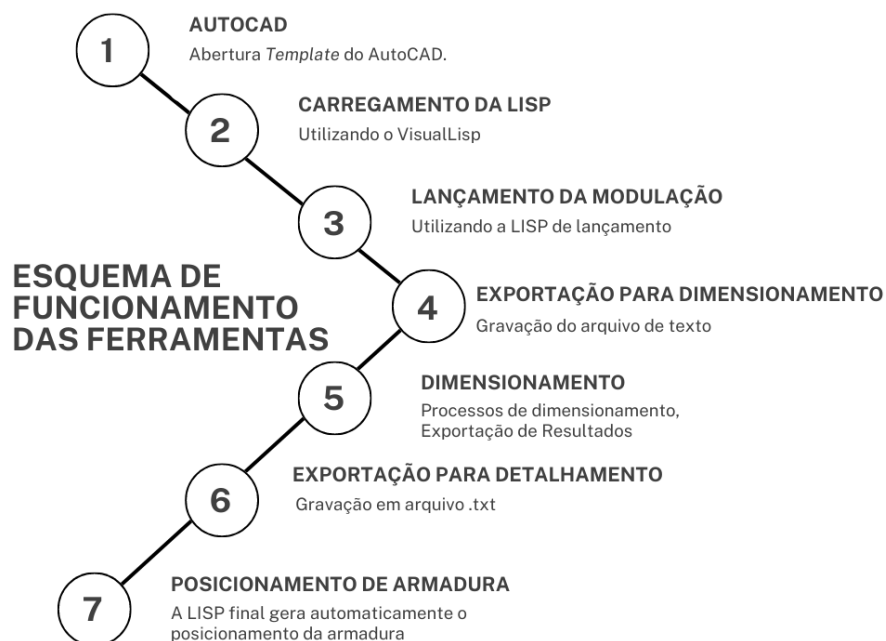
Particionadas em quatro ferramentas, lançamento, exportação de geometria, dimensionamento e detalhamento. A Tabela 5 traz um breve resumo de cada uma delas, enquanto na Figura 4 ilustra o fluxo de atividade em um funcionamento completo.

Tabela 5 – Caracterização das Ferramentas

Ferramenta	Lançamento	Exportação de Geometria	Dimensionamento	Detalhamento
Linguagem	Auto LISP	Auto LISP	<i>Visual Basic</i>	Auto LISP
Tipo de Arquivo	<i>AutoLISP Application source (.lsp)</i>	<i>AutoLISP Application source (.lsp)</i>	Aplicativo (.exe)	<i>AutoLISP Application source (.lsp)</i>
Interface	AutoCAD	AutoCAD	Windows	AutoCAD
Entrada	Características geométricas	Esboço da piscina	Geometria da piscina, características do solo, resistências e coeficientes de ponderação	Arquivo de texto gerado no dimensionamento
Saída	Desenho da primeira fiada e vistas das paredes	Arquivo de texto para dimensionamento	Características das armaduras, quantitativo, valores de dimensionamento, arquivo de texto para detalhamento	Disposição prévia das armaduras
Objetivo	Velocidade na obtenção da modulação da piscina	Precisão da geometria da piscina	Velocidade nas verificações	Diminuição do trabalho repetitivo.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 6 – Sequenciamento de Atividades



Fonte: Elaborado pelo Autor

3.1 LISP DE LANÇAMENTO

3.1.1 Lançamento Automático

O *template* já tem previamente carregado com objetos do tipo “*block*” do tijolo de modulação 14 x 19 x 29 cm, sendo o cerâmico ou o de concreto. Com as seguintes designações para cada um deles:

BE_CER_15 : Bloco Estrutural Cerâmico 14 x 19 x 14 cm

BE_CER_30 : Bloco Estrutural Cerâmico 14 x 19 x 29 cm

BE_CER_45 : Bloco Estrutural Cerâmico 14 x 19 x 44 cm

BE_CON_15 : Bloco Estrutural de Concreto: 14 x 19 x 14 cm

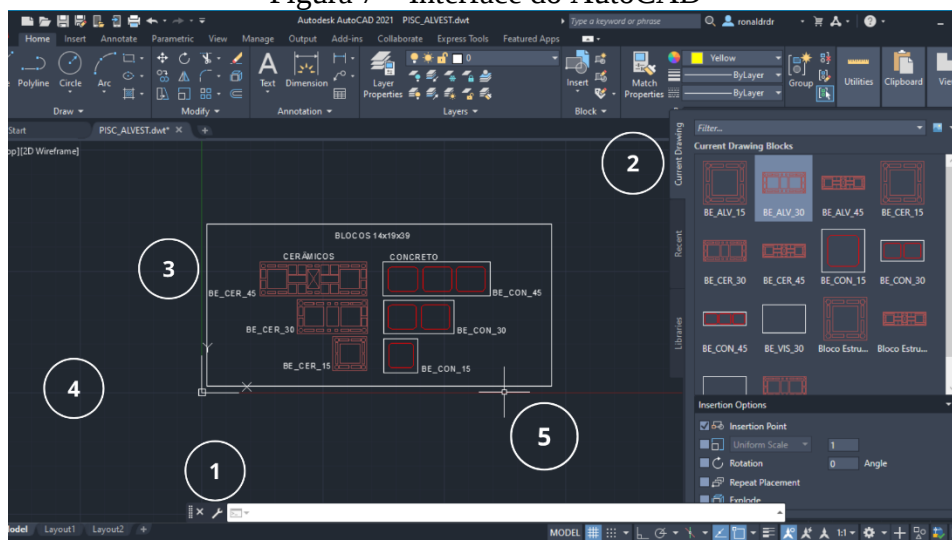
BE_CON_30 : Bloco Estrutural de Concreto: 14 x 19 x 29 cm

BE_CON_45 : Bloco Estrutural de Concreto: 14 x 19 x 44 cm

BE_VIS_30 : Bloco Estrutural em Vista

Antes de se focar nas ferramentas, com a Figura 7 nos familiarizamos com a interface do AutoCAD 2021 e ao *Template* utilizado.

Figura 7 – Interface do AutoCAD

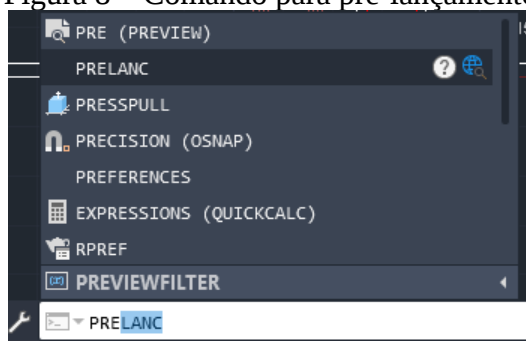


Fonte: Elaborado pelo Autor

- 1 - Linha de Comando do AutoCAD: Instruções para o usuário, informações e comandos são exibidas nessa barra.
- 2 - Lista de *Drawing Blocks* já carregados junto ao *template*, essenciais para o funcionamento do Lançamento.
- 3 - *Drawing Blocks* do tamanho 14 x 19 x 29 tanto para cerâmico quanto o concreto
- 4 - Espaço de desenho do AutoCAD.
- 5 - Cursor

Para facilitar o usuário no lançamento da primeira fiada da piscina foi criado o “comando prelanc” que é inicializado digitando na linha de comando, Figura 8.

Figura 8 – Comando para pré-lançamento



Fonte: Elaborado pelo Autor

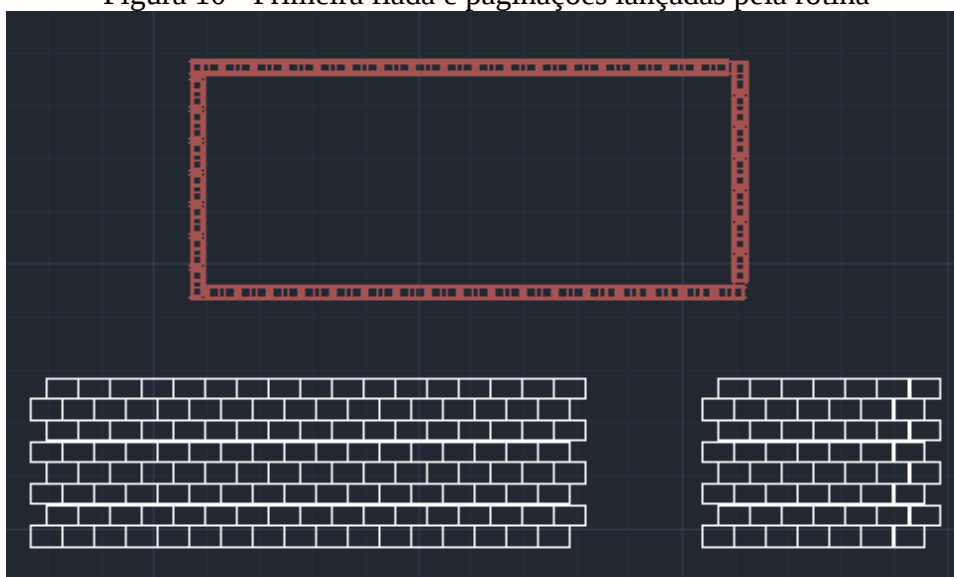
No prosseguimento da ferramenta ela, utilizando a linha de comando, guia o usuário, solicitando os pontos através das mensagens, Figura 9. Essas mensagens também são exibidas junto ao cursor. Como resultado temos a disposição da primeira fiada de assentamento. A segunda fiada pode ser concebida espelhando a primeira fiada. A informação de quantidade de fiadas também é solicitada pela rotina. Pois após o lançamento da fiada, ele irá solicitar um ponto para representas as paginações, Figura 10.

Figura 9 - Mensagens exibidas na linha de comando para o pré-lançamento

```
Command: PRELANC
Extremidade Superior Esquerda
Extremidade Inferior Direita
Indique o tipo de bloco: 1-Para cerâmico; 2-Para concreto1
Quantas Fiadas?8
```

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 10 - Primeira fiada e paginações lançadas pela rotina



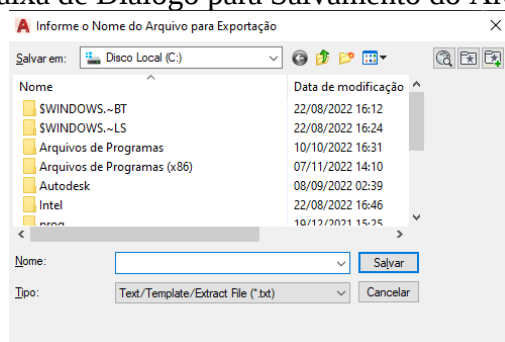
Fonte: Elaborado pelo Autor

Sobretudo se deve alertar a problemas no quesito de modulação da arquitetura que pode gerar pré-lançamentos ineficientes, nesses casos fica a cargo do usuário modificar a arquitetura das piscinas ou inserir compensadores na modulação. O pré-lançamento e as paginações é exclusivamente feito com os blocos principais de 30 cm, cabendo ao usuário a edição com os demais blocos, se utilizando o comando “insert”.

3.1.2 Exportação de Dados

Em posse da planta baixa, , se pode utilizar o comando “expdad”, para execução da rotina de exportação das dimensões da piscina, responsável pela gravação de um arquivo .txt, que poderá ser utilizado na execução na rotina de dimensionamento. Semelhante à de usada para lançamento das fiadas, ela orienta o usuário em quais medidas tomar, e faz a abertura de uma caixa de diálogo, Figura 11, solicitando a seleção do diretório onde o arquivo de texto será gravado.

Figura 11 – Caixa de Dialogo para Salvamento do Arquivo de dados.

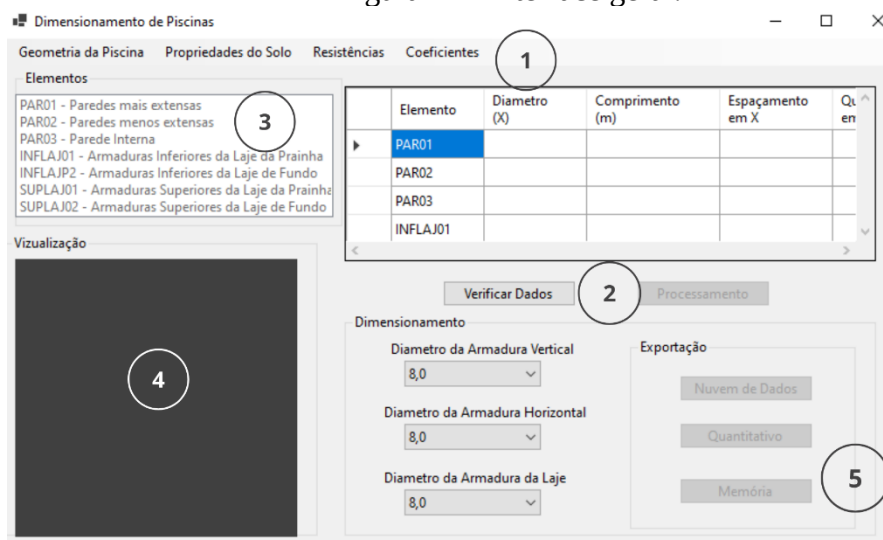


Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2 ROTINA DE DIMENSIONAMENTO

Baseado em *Visual Basic*, a ferramenta para dimensionamento, Figura 12, realiza os cálculos de dimensionamento e apresenta as especificações de armadura para as paredes e as lajes que compõem a piscina.

Figura 12 - Interface geral.



Fonte: Elaborado pelo Autor

A Interface tem cinco partes essenciais:

- 1 - Menu em barra na parte superior, utilizado para informar os parâmetros de entrada, tanto de geometria da piscina, quanto os de propriedades do solo.
- 2 – *DataGridView* e botões para verificação dos valores de entrada, a data grid fornece uma pequena planilha interna com os resultados da execução, já a função dos botões é validar os dados inseridos pelo usuário, enquanto o processamento inicia o cálculo.
- 3 – Se faz a seleção de qual elemento será exibido na janela de visualização
- 4 - Janela de visualização, exibindo as armaduras positivas em ambas as direções.
- 5 – Botões para geração dos arquivos com quantitativo e memória

3.2.1 Entrada de Dados

Dois conjuntos de dados devem ser obrigatoriamente de inseridos pelos usuários. As dimensões da piscina, Figura 13, e as características do solo, Figura 14.

Figura 13 - Objetos para Geometria da Piscina

Geometria da Piscina	Propriedades
Importar Dados	
Profundidade (m)	▶
Rasa (m)	▶
Comprimento Total (m)	▶
Comprimento R. Rasa (m)	▶
Largura (m)	▶
Espessura da Laje (m)	▶

Fonte: Elaborado pelo Autor

Todos os parâmetros são habilitados para receberem valores manualmente pelo usuário, mas também existe a possibilidade de utilização da opção “Importar Dados”, se fazer a leitura do arquivo .txt, gerado pela LISP de lançamento, de tal forma que irá preencher os parâmetros de profundidade, rasa (profundidade da prainha), comprimento total e comprimento da rasa, além da largura, ou outro arquivo de mesmo formato que tenha sido preenchido de forma em sequência similar, e mesmo importando os valores o usuário pode alterar esses valores, caso venha a ter uma alteração no projeto já na fase de dimensionamento.

Figura 14 – Dados do Solo.

Fonte: Elaborado pelo Autor

As características do solo, nível do lençol (o máximo no período), Índice SPT, ângulo de atrito e a resistência do solo devem ser informadas. O peso próprio é o único deles que tem um valor já preestabelecido de 20 KN/m³, podendo ser alterado conforme desejo do usuário. O nível do lençol deve ser a diferença de cota entre o NA e o nível da laje mais profunda.

O Índice SPT, ou N_{spt} é utilizado como um parâmetro capaz de auxiliar na determinação da resistência e ângulo de atrito do solo, caso o usuário não tenha previamente esses valores e deseja estimar para utilização. A Equação 19 estima o ângulo de atrito através do valor o índice SPT (CINTRA; AOKI,2010).

$$\phi = 28^\circ + 0,4 \times N_{spt} \quad (19)$$

Para o valor da resistência do solo foi consultado através da Expressão 20 é um método Semiempírico. Nessa situação o resultado é entregue em Kg/cm².

$$\bar{\sigma} = \frac{N_{spt}}{5} \quad (20)$$

Utilizar o índice é apenas um recurso do software, ambos os parâmetros podem ser inseridos pelo usuário a maneira que desejarem. Ou estudando ainda mais de um tipo de solo.

As abas de "Resistências" e "Coeficientes" não necessitam obrigatoriamente serem preenchidas pelo usuário uma vez que já apresentam valores padrões previamente estabelecidos como mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores iniciais.

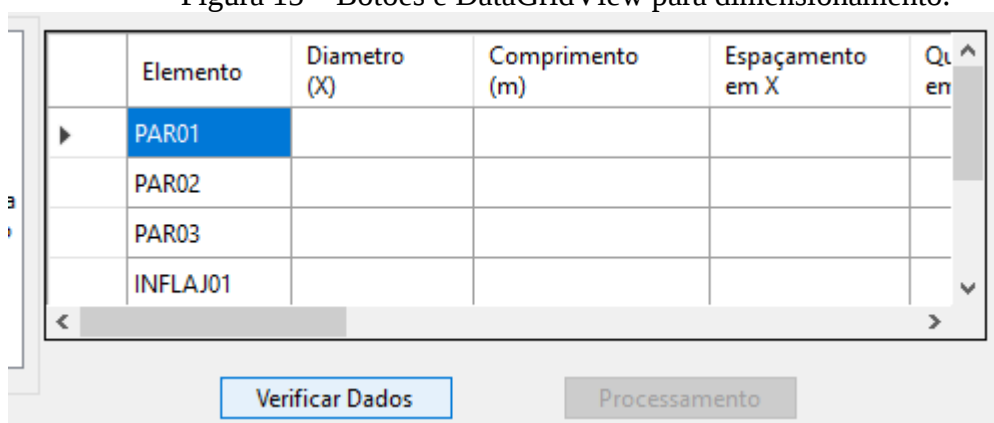
Parâmetros	Unidade	Valor
F_{ck}	MPa	25
F_{bk}	MPa	8
Resistência da Argamassa	MPa	6
Resistência do Graute	MPa	20
γ_m - Coeficiente de Ponderação de Resistência na Alvenaria	-	2,0
γ_f - Coeficiente de Ponderação de Momento	-	1,4

Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2.2 Processamento de Cálculo

Uma vez os dados referentes a geometria e propriedades do solo foram adicionados, se permite o seguinte passo de dimensionamento dos painéis, o programa tem capacidade para dimensionar as armaduras nas duas direções de todos os elementos de placas da piscina, paredes e lajes, sendo a verificação de outros elementos constantes deve ser realizada pelo usuário. Observamos facilmente que o botão “Processamento” não está habilitado, Figura 15, isso para obrigar o usuário a verificar os dados de entradas, o botão “Verificar Dados” tem função avaliar se todos os valores entrada são válidos.

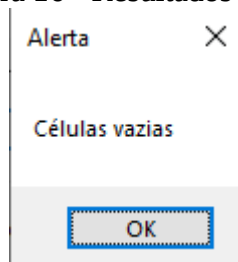
Figura 15 – Botões e DataGridView para dimensionamento.



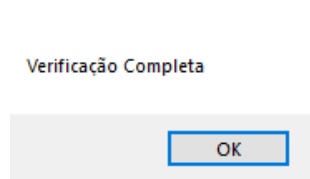
Fonte: Elaborado pelo Autor

Caso ocorra a situação de célula vazia ou com valor inválido, uma mensagem de alerta com o texto “Células vazias”, Figura 16a, é apresentado para o usuário, e o botão de "Processamento" continuaria desabilitado. Caso todos os valores atribuídos estivessem de acordo com os estabelecidos. Uma mensagem de “Verificação Completa”, Figura 16b é exibida e a utilização do botão passa a ser permitida.

Figura 16 - Resultados da Verificação



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pelo Autor

Indo para os processos de cálculo, o usuário faz a seleção de quais bitolas utilizar, previamente a opção de 8,0 mm já pré-determinada. E assim ao clicar no botão de processamento, o resultado desse processamento é que o *DataGridView*.

Figura 17 - Planilha de Resultados

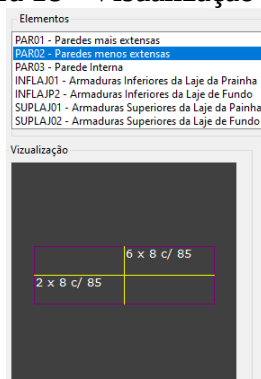
	Elemento	Diametro (X)	Comprimento (m)	Espaçamento em X	Qu en
▶	PAR01	8,00	1,10	0,60	4,00
	PAR02	8,00	1,10	0,60	4,00
	PAR03	8,00	1,10	0,60	4,00
	INFLAJ01	8,00	2,00	0,45	5,00

Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2.3 Exibição de Resultados

Além da planilha de resultados, A *Listbox* e da janela de exibição, Figura 18, laje ou parede, escolhida da lista de opções, é desenhada no painel de visualização, porém, apenas as opções de armaduras positivas são mostradas.

Figura 18 - Visualização das armaduras

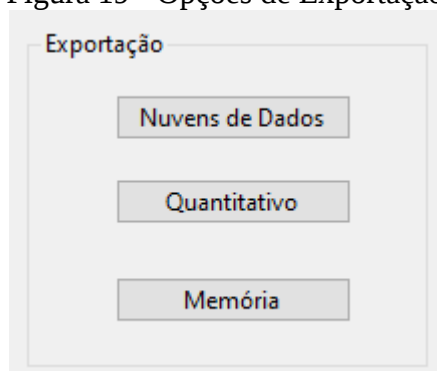


Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2.4 Exportação de dados

Para a extração dos resultados para elaboração de orçamento, detalhes, verificação de viabilidade e , se pode extrair os parâmetros utilizados pelo projeto, Figura 19.

Figura 19 - Opções de Exportação.



Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2.4.1 Nuvens de Dados

É o tipo de exportação mais simples dos três, uma caixa de diálogo é aberta para que o usuário consiga salvar um arquivo .txt que será utilizado para posicionar as armaduras nas paginações no AutoCAD. O Resultado é uma lista de 18 itens, 8 de cada tipo de parede, quantidade de barras, comprimento da barra e espaçamento, na direção X e Y e frase para a tag da disposição das ferragens, Figura 20.

Figura 20 - Resultado das Exportações.

```

DISPOSIÇÃO DAS FERRAGENS - Bloco de N...
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
50
0,25
1,6
2
0,8400000000000001
12,28
50 x 10 c/ 26
2 x 10 c/ 85
16
0,3333333333333333
1,6
8
0,2
5,28
16 x 10 c/ 34
8 x 10 c/ 21
11
0,5
1,2000000000000002
2
0,8400000000000001
5,28
11 x 10 c/ 51
2 x 10 c/ 85

```

Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2.4.2 Quantitativo

O quantitativo é exibido em uma planilha Excel, Tabela 7, as quantidades são exibidas para cada elemento separadamente. Os insumos contabilizados são blocos por unidade, exclusivo das paredes, aço em quilogramas e a quantidade de graute/concreto. Como as paredes 1 e 2 possuem duas versões no projeto elas se apresentam com quantitativo para concepção de um painel, para todos os itens é considerada uma perda de 10%.

Tabela 7 - Planilha de Quantitativo

Elemento	Bloco(UND)	Aço(kg)	Concreto/Graute(m³)
Parede 1 (1x)	149,00	18,82	0,19
Parede 2 (1x)	62,00	8,10	0,08
Parede 3	61,00	8,05	0,08
Laje de Fundo	0,00	22,04	0,74
Laje da Prainha	0,00	28,85	1,22
Total	483,00	112,79	-

Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2.4.3 Memória

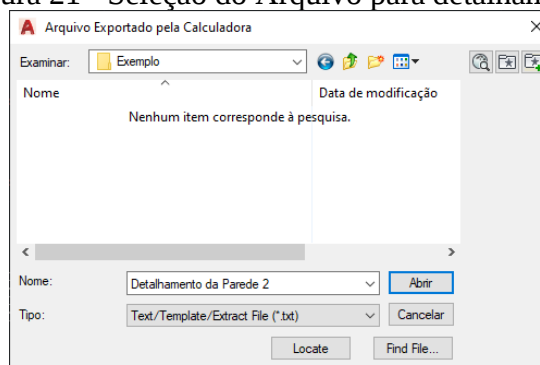
Um arquivo Word, é aberto e gravado, com os parâmetros de peso próprio do solo, valor do coeficiente de empuxo ativo, para paredes índice de esbeltez, coeficiente de momento, esforços de momento e momento resistente para parede não armada, são disponibilizadas para consulta e do usuário.

3.3 LISP PARA DETALHAMENTO

3.3.1 Entrada de Dados

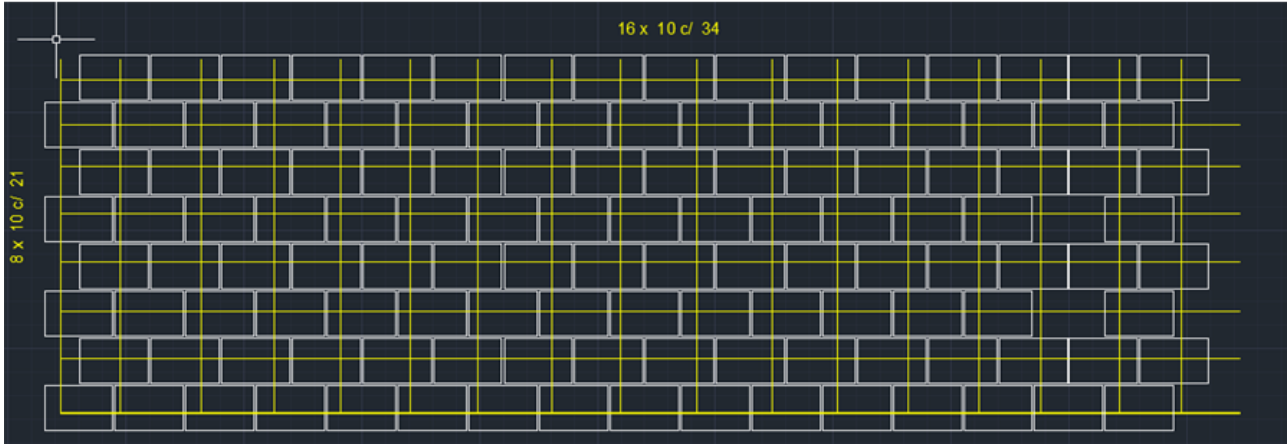
A LISP para detalhamento é responsável pela leitura da nuvem de dados extraída do dimensionamento traça automaticamente as linhas que representam as armaduras no desenho das paginações. Ela tem função de posicionar as armaduras. seus dados de entrada, ela solicita qual o arquivo de nuvem de dados, Figura 21, para se predispor adequadamente o posicionamento da armadura o ponto inicial da paginação da parede. Como produto final tem a paginação da parede com a representação das armaduras, Figura 22.

Figura 21 - Seleção do Arquivo para detalhamento



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 22 - Parede com disposições das armaduras



Fonte: Elaborado pelo Autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a verificação do código empregado nos cálculos, se utilizará como base, o estudo de caso feito por Flores(2016), uma piscina de 12,00 m de comprimento e largura de 5,00 m e 1,50 m de profundidade, uma ligeira diferença entre os modelos será na dimensão de tijolo utilizada, nesse trabalho usaremos o modelo de 14 x 19 x 29 cm compatível com *template* para lançamento e detalhamento, enquanto o trabalho original. Utiliza a modulação 14 x 19 x 39.

Essa mudança virtualmente não trará diferença ao comparativo, pois isso influenciaria apenas na quantidade de tijolos a serem usados, porém a seção transversal se manteria a mesma com 14 cm de altura.

Apesar do estudo ser uma piscina com apenas uma profundidade, sem presença de prainha, a verificação presente no trabalho é de uma das paredes laterais, de 5,00m x 1,60 m, ou seja, a tipologia de parede 2 no nosso programa, então se lançamos uma piscina de 12,00m x 5,00 m, internamente, e profundidade de 1,60 para sua região profunda, ela terá o dimensionamento o mesmo processo utilizado por Flores (2016), independentemente do tamanho da prainha.

Outra adaptação é a atualização normativa, o estudo de caso foi elaborado antes do lançamento da ABNT- NBR 16868-1, portanto nos seguintes passos vamos reeditar o processo de cálculo com essas alterações.

4.1.1 Cálculo Manual

As condições iniciais impostas são:

- Blocos de Concreto Classe A com $f_{bk} = 8 \text{ MPa}$
- Argamassa de 8,5 MPa
- Resistência característica do graute em 20 Mpa

Por consequência da resistência da argamassa temos as resistências a tração 0,25 MPa e 0,5 MPa nas direções perpendicular e paralelas a fiada respectivamente.

4.1.1.1 Cargas atuantes

Os valores de peso próprio do solo saturado e ângulo de atrito utilizados são de 19 KN/m³ e 30° no exemplo em questão. Com isso a sequência de cálculo para pressão do solo se mostra como:

$$k_a = \tan^2 \left(45 - \frac{30}{2} \right) = 0,33$$

$$P_{solo} = 19 \frac{KN}{m^3} * 0,33 * 1,60 = 10,13 \text{ KN/m}$$

$$P_{hid} = 10 \frac{KN}{m^3} * 1,60 = 16,00 \text{ KN/m}$$

Dessa forma considerando uma faixa de um metro de painel se tem como pressão no fundo da piscina de 10,13 KN/m para situação de piscina vazia e solo saturado e 16 KN/m para piscina cheia sem presença de solo na outra face do painel, no dimensionamento se utilizará o maior valor absoluto e optará por espelhar a armadura para outra face. Assim se garante a resistência aos dois casos. No exemplo original de Flores, ela apenas faz o cálculo para as paredes com 5 metros de comprimento. Então nesse capítulo faremos a mesma verificação, uma vez que o método é o mesmo, afim de evitar repetição de processos.

4.1.1.2 Verificação da esbeltez.

A espessura do bloco se manteve em 14 cm, portanto sua esbeltez é dada pela expressão:

$$\lambda = \frac{2*160}{14} = 22,86$$

Como esperado a parede é estável mesmo caso seja completamente de alvenaria não armada.

4.1.1.3 Esforços nos painéis.

Nas Equações 5 e 6 o valor da pressão atuante deve ser uniforme, onde não é o caso de presente nas paredes de uma piscina, porém se pode considerar uma aproximação utilizando o valor de pressão média. Além disso nas dimensões da piscina é acrescentado 14 cm de cada lado correspondente a espessura das paredes.

$$P_{med} = \frac{16}{2} = 8,00 \text{ KN/m}^2$$

$$\frac{h}{l} = \frac{160}{528} = 0,303 \rightarrow \alpha = 0,043$$

Para o ELU é necessário a utilização dos coeficientes de ponderação no caso de esforços o valor considerado foi de 1,4. Assim os novos valores de momentos em cada uma das direções é de:

$$M_{par} = 1,4 \times 0,043 \times 8 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \times 5,28^2 = 13,42 \text{ KNm/m}$$

$$M_{per} = 1,4 \times 0,5 \times 0,043 \times 8 \frac{\text{KN}}{\text{m}} \times 5,28^2 = 6,71 \text{ KNm/m}$$

4.1.1.4 Momento Resistente.

A equação 10, define o momento resistente da parede de alvenaria em ocasiões de tração, considerando a seção retangular de b igual 1 m e altura como sendo a espessura do bloco em ambas as direções.

$$M_{Rpar} = 500 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * \frac{1 * 0,14^2}{6} = 1,63 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Rper} = 250 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} * \frac{1 * 0,14^2}{6} = 0,82 \text{ kNm/m}$$

Novamente é necessário se aplicar os coeficientes de ponderação que reduzem em 50% a resistência em ambas direções assim o momento que traciona paralelamente a junta de assentamento deve ser no máximo de 0,82 kNm, e o na direção perpendicular de 0,41 kNm.

4.1.1.5 As armaduras das paredes.

A definição da área de aço necessária para se combater o momento utiliza a expressão 11, nesse caso trabalharemos com aço CA-50, e um braço de alancava com 0,95%, da altura útil.

$$A_{spar} = \frac{13,42 \text{ KNm/m}}{\frac{500 \times 10^3}{1,15} \times 0,95 * (0,14 - 0,05)} = 361,00 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{sper} = \frac{6,71 \text{ KNm/m}}{\frac{500 \times 10^3}{1,15} \times 0,95 * (0,14 - 0,05)} = 180,50 \text{ mm}^2/\text{m}$$

O item 12.2 da norma que define os projetos em alvenaria estrutural exige que a armadura na direção principal, seja maior que 0,10 % da seção transversal (ABNT, 2020). Nesse caso é de 140 mm², valor inferior aos necessários.

Considerando as barras de 10 mm de diâmetro longitudinalmente são necessárias cinco barras horizontais. além de três barras posicionadas perpendicularmente as fiadas, funcionando como pilaretes, envolvidas por graute. Mas por fim deve-se verificar o espaçamento das barras, que é limitado a 6 vezes a espessura da parede, 84 cm.

$$S_{par} = \frac{H}{N_{barras}} = \frac{160 \text{ cm}}{\frac{5}{\text{m}} * 1,6 \text{ m}} = 20 \text{ cm}$$

$$S_{par} = \frac{L}{N_{barras}} = \frac{528 \text{ cm}}{\frac{3}{\text{m}} * 5,28 \text{ m}} = 33,3 \text{ cm}$$

4.1.1.6 Estado de Limite de Serviço

$$\frac{H}{t} = \frac{160 \text{ cm}}{14} = 11,42$$

$$\frac{L}{t} = \frac{528 \text{ cm}}{14} = 37,71$$

Nessas condições para paredes armadas, se considera que o estado de limite de serviço está atendido, sendo dispensado a verificação do deslocamento limite na parede.

4.1.1.7 Resultado do Cálculo Manual.

Tabela 8 - Resultados do Cálculo Manual

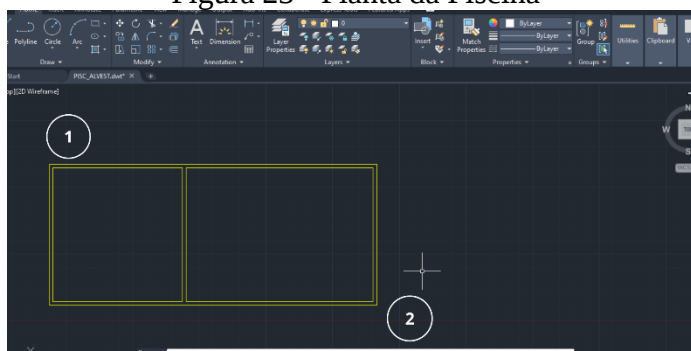
	Valor de Cálculo (KNm)	Momento Resistente da Parede Não Armada (KNm)	Φ (mm)	Espaçamento	Quantidade de Barras
Flexão Horizontal	13,42	1,63	10,0	20 cm	8
Flexão Vertical	6,71	0,82	10,0	33 cm	16

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.1.2 Execução Completas das Ferramentas

Com a arquitetura da piscina apresentada no espaço de desenho do AutoCAD, Figura 23, se inicia o lançamento da fiada e vistas das paredes. Para isso utilizamos a LISP de lançamento, informando as extremidades da piscina, 1 e 2 na Figura 23.

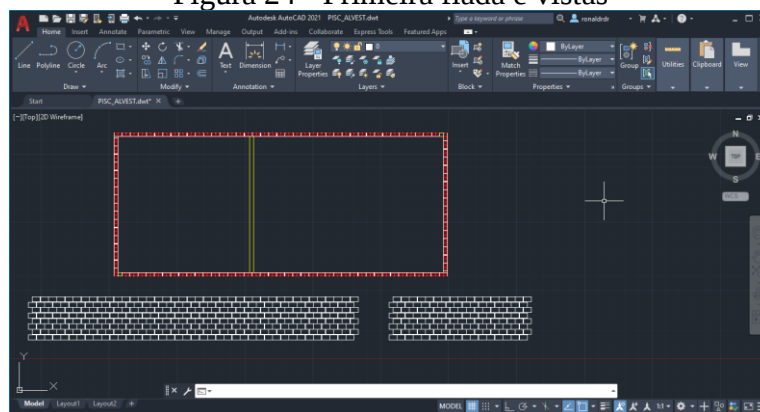
Figura 23 - Planta da Piscina



Fonte: Elaborado pelo Autor

Na linha de comando será solicitado informar qual o tipo de bloco utilizado, número de fiadas e o locação para inserção das vistas, resultando no lançamento similar ao da Figura 24.

Figura 24 - Primeira fiada e vistas

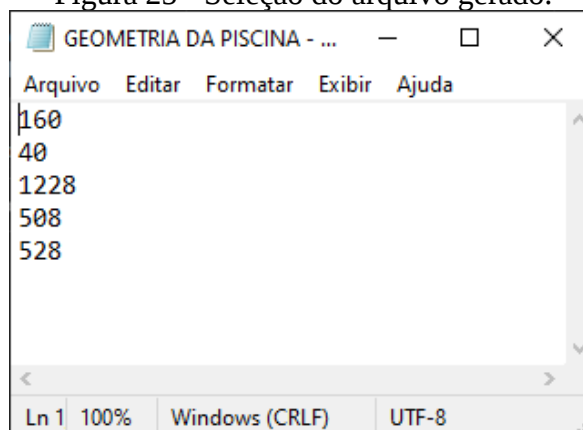


Fonte: Elaborado pelo Autor

Ainda no AutoCAD, o processo é de criar um arquivo para salvar as dimensões da piscina de forma que a ferramenta de dimensionamento consiga ler. Já no início da execução, é solicitado obrigatoriamente a criação do arquivo. No mesmo procedimento da Figura 16, se solicita extremidades, mas também o eixo da parede interna.

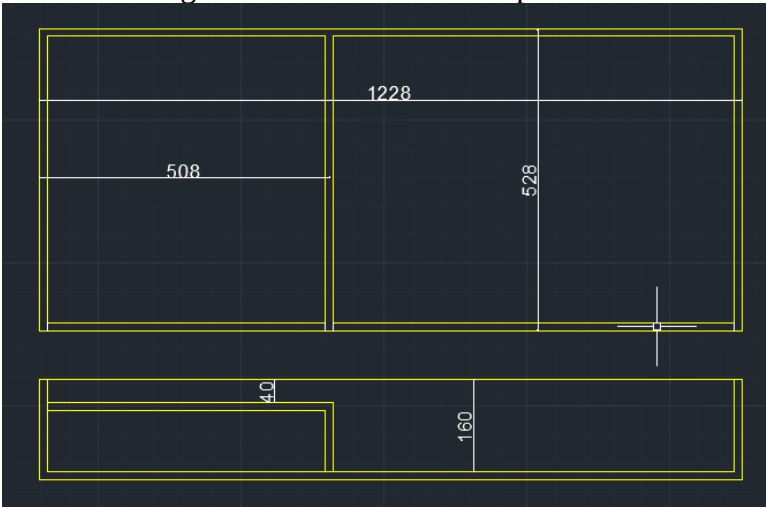
A apresentação dos dados dentro do arquivo, Figura 25, é importante que os dados estejam em ordem, pois representam profundidade da piscina, profundidade da região rasa, comprimento total, comprimento da prainha e a largura da piscina. Essas dimensões são mostradas graficamente da Figura 26.

Figura 25 - Seleção do arquivo gerado.



Fonte: Elaborado pelo Autor

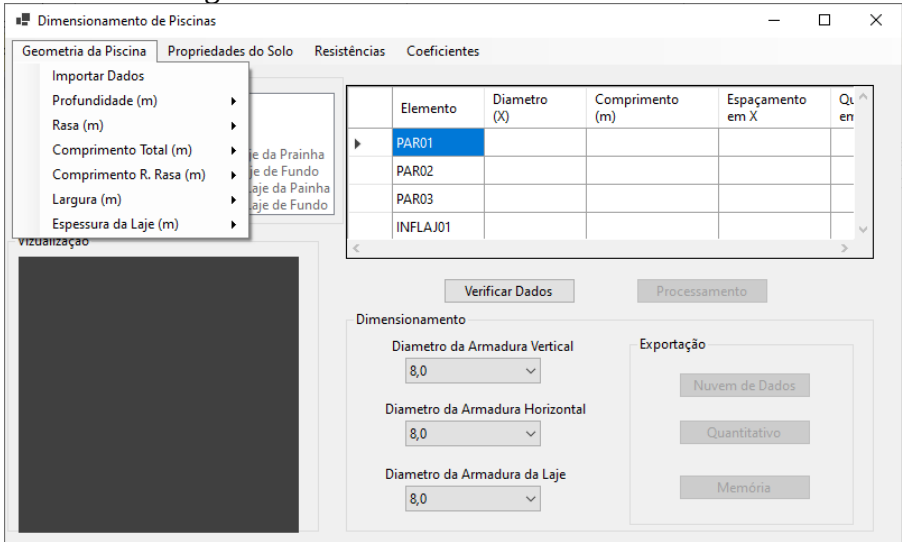
Figura 26 - – Dimensões da piscina.



Fonte: Elaborado pelo Autor

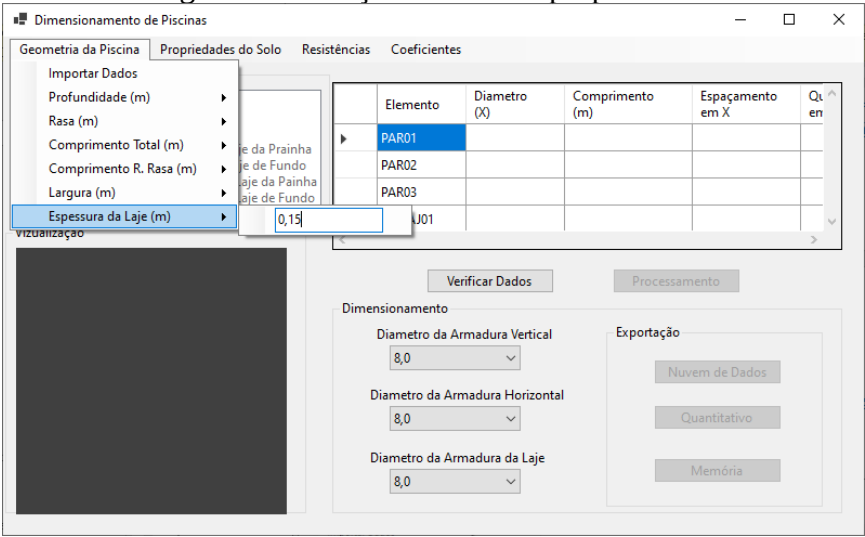
Prosseguindo para o dimensionamento, dentro da interface vamos para o menu “Geometria da Piscina” , Figura 27, clicando em “Importar Dados” abrimos a janela para seleção do arquivo que gravamos anterior, mas esse passo não é obrigatório. Caso o usuário deseje inserir manualmente basta clicar em cima da geometria que uma caixa de texto é aberta para inserção do valor. A exemplo a espessura da laje, Figura 28.

Figura 27 – Menu do Geometria da Piscina



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 28 – Adição manual de propriedades

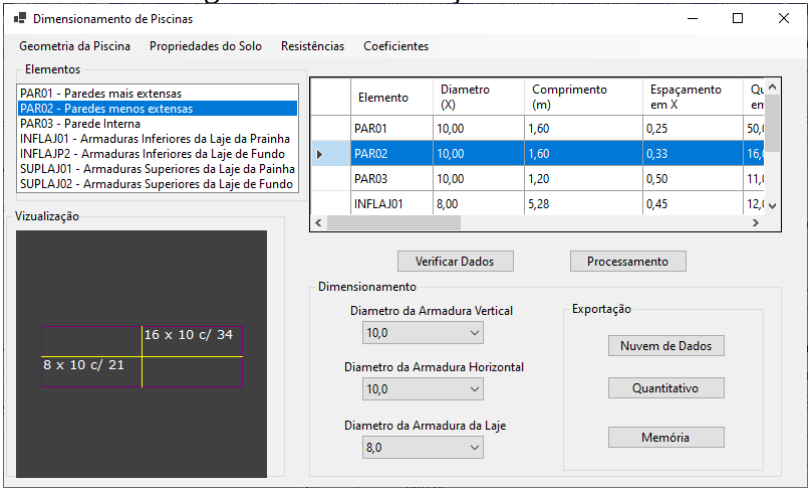


Fonte: Elaborado pelo Autor

De forma similar à apresentada na Figura 28, a propriedades do solo é adicionada, para a comparação com o cálculo manual ser equivalente o valor da resistência da argamassa, na coluna “Resistência” foi alterada para 8,5 MPa. Em seguida clicamos em “Verificar Dados”, se a mensagem de “Verificação completa” for exibida o botão de processamento é liberado para utilização.

Então a Ferramenta nos apresenta o resultado para $\Phi 10$ mm, de 16 barras verticais espaçadas a 34 cm dispostas na vertical e 8 barras de dispostas horizontalmente espaçadas por 21 cm para a parede 2, Objeto da comparação com o cálculo manual

Figura 29 - Visualização da Parede.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Clicando no botão “Memória”, nos é apresentado o documento o .docx para consultar os valores que a ferramenta utilizou, Figura 23.

Figura 30 - Saída do Botão Memória

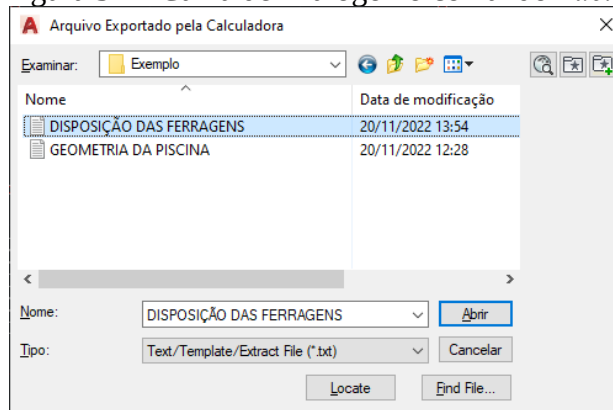
Dados Para Memória De Cálculo

Peso Próprio do Solo: 19 KN/m³
 Coeficiente de Empuxo Ativo do Solo: 0.3333333333333333
 Tensão Admissível: 2 KN/m²
 Fck do Concreto: 20 MPa
 fbk do Bloco: 8 Mpa
 Resistência da Argamassa: 8.5 Mpa
 Resistência do Graute: 20 KN/m³
 Parede 2
 Índice de Esbeltez: 22.857142857142858
 H/L 0.30303030303030304
 Coeficiente de Momento: 0.04327272727272727
 Flexão Horizontal de Cálculo: 13.51139328 KNm
 Flexão Vertical de Cálculo: 6.75569664 KNm
 Inercia paralelamente à fiada: 0.00022866666666666673 m⁴
 Inercia perpendicularmente à fiada: 0.00022866666666666673 m⁴
 Momento Resistente a Flexão Horizontal: 0.8166666666666669 KNm
 Momento Resistente a Flexão Vertical: 0.40833333333333344 KNm
 Armadura Vertical: 16 x 10 c/ 34
 Armadura Horizontal: 8 x 10 c/ 21

Fonte: Elaborado pelo Autor

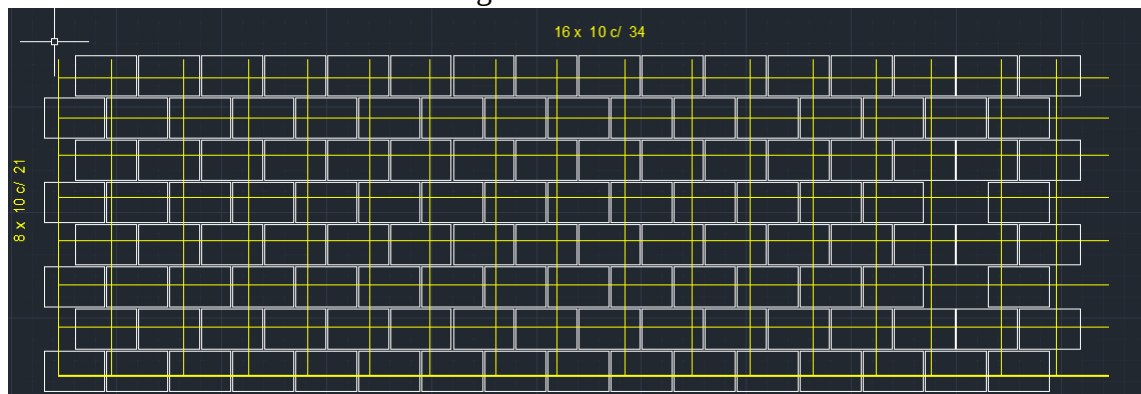
Ao clicar no botão “Nuvem de Dados” se abre uma caixa de diálogo, para armazenar as especificações das armaduras que para serem as entradas no para posicionamento automático das armaduras nas vistas geradas. Para começar o procedimento de posicionamento das armaduras é necessário digitar “DET” na linha de comando. E então aparecerá uma caixa solicitando o arquivo gravado, Figura 24. Depois informamos o início da parede. o resultado de todo esse processo é visto na Figura 25.

Figura 31 – Caixa de Dialogo no comando “det”



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 32 - Parede detalhada.



Fonte: Elaborado pelo Autor

4.1.3 Comparação dos Resultados

Com a Tabela 7, resume a as situações para a mesma consideração, a quantidade de barras e espaçamento é baseado no dimensionamento para $\Phi 10$ mm.

Tabela 9 - Comparação de Valores

Parâmetro	Manual	Ferramenta
Quantidade de Barras Horizontais	8	8
Quantidade de Barras Verticais	16	16
Espaçamento na Horizontal (cm)	20	20
Espaçamento na Vertical (cm)	33	34
Coefficiente de Empuxo Ativo do Solo	0,33	0,33
Índice de Esbeltez:	22,46	22,85
H/L	0,303	0,303
Coefficiente de Momento	0,043	0,0433
Momento para Flexão Horizontal de Cálculo: (KNm)	13,42	13,51
Momento para Flexão Vertical de Cálculo: (KNm)	6,71	6,76
Momento Resistente paralelo a junta de assentamento: (KNm)	0,82	0,816
Momento Resistente perpendicular a junta de assentamento: (KNm)	0,41	0,408

Fonte: Elaborado pelo Autor

5 CONCLUSÃO

A automatização nos processos de detalhamento e dimensionamento da através das ferramentas trazem um ganho de desempenho visível. No lançamento ele é resumido a dois cliques na tela, além da rotina responsável pela transferência das dimensões da piscina para ferramenta de dimensionamento, evitando a perda ou omissão de algum valor.

No dimensionamento, o processo é executado com sub-rotinas e informações que podem ser consultadas pelo usuário, tanto para tomada de decisão condicionando a diversas combinações de comprimento e altura. Nas ações as situações mais desfavoráveis a estrutura da piscina são aplicadas. Apesar de permitir a importação de parâmetros, o programa não tira a liberdade do usuário para modificar os parâmetros, que pode mudar os parâmetros e para evitar erros possui uma sub rotina apenas para a conferência dos valores de entrada. Além de que sua correlação é comprovada na comparação com o estudo resgatado, a distinção de resultados é explicada exatamente pela precisão que a rotina que todo processo da obtenção das dimensões e cálculo dos coeficientes. .

Processos de consulta como a resistência a tração, verificação dos coeficientes de ortogonalidade e demais processos estão aplicados internamente poupando tempo do usuário, mas ele pode verificá-los. O memorial gerado pela ferramenta informa todos os valores internos, desde o valor do coeficiente de empuxo ativo do solo, momento resistente e momento solicitante. .

LISP de detalhamento funciona em concordância com a ferramenta, com um dos seus produtos de exportação deixando de forma mais fluida essa etapa final do projeto de engenharia. As diversas rotinas utilizadas mostram que o conhecimento de linguagens de programação, seja para elaboração de programas ou para atividades em uma ferramenta específica, facilita a vida do estudante e profissional.

A ferramenta traz facilidades para se implementar a alvenaria estrutural na construção de piscinas, disseminando o método construtivo cumprindo assim o objetivo geral desse trabalho. Os esforços são cálculos e são repassados ao usuários através da documentação elaborada pela software, a documentação técnica com disposição de armaduras e as modulações de alvenaria são geradas previamente ambas condições cumprindo os objetivos desse trabalho.

Como sugestões a estudos futuros para situação da interação laje-solo semelhante a relação de radiers, A verificação automática para o Estado Limite de Serviço também poderia ser adotada para lajes e paredes, também fica a sugestão da adição da opção de talão por escolha do usuário, para situações que ele se sinta necessário para combater possíveis deslocamentos horizontais. .

Um memorial descritivo mais detalhado, também pode ser elaborado, a fim de ser utilizado não apenas para a conferência de dados, mas também como produto de uma virtual entrega de projeto.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS E PROFISSIONAIS DE PISCINAS.
A Arte de Construir Piscinas. Edição 158, 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-15720-2 Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural-Terminologia e requisitos.** , 2005, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR - 6136 Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos.** , 2016, Rio de Janeiro

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6868-1 Alvenaria Estrutural Parte 1: Projeto,** 2020, Rio de Janeiro

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR - 6118 Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimentos.** , 2014, Rio de Janeiro

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120 – Ações para Cálculo de Estruturas de Edificações,** 2019, Rio de Janeiro

ARAÚJO, J. M. **Curso de Concreto Armado.** 3. ed. Rio Grande - RS: DUNAS, 2010. volume 4

ARAÚJO, J. M. **Curso de Concreto Armado.** 3. ed. Rio Grande - RS: DUNAS, 2010. volume 2

CAMACHO, J. S. **Projeto de Edifício de Alvenaria Estrutural,** Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira – SP, 2006

CINTRA, J. C; AOKI, N. **Fundações Por Estacas: Projeto Geotécnico.** 3. ed. São Paulo - SP: Oficina de Texto, 2010.

COSTA, F. **Projetos Estruturais de Reservatórios Paralelepípedos de Concreto Armado Moldados in Loco.** Dissertação (Mestrado)—São Carlos: Universidade de São Paulo, 1998.

FLORES, D. **PISCINAS USUAIS DE EDIFICAÇÕES: Estudo comparativo do dimensionamento de uma piscina enterrada em concreto armado e alvenaria estrutural.** Varginha: Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS MG, 2016.

JACOSKI, C. A.; BREDA, L. R. **Customização em AutoLISP Visando a Comunicação de Interferências em Projetos de Edificações.** I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, Jul/2004 São Paulo.

MALUF, D. R. **Estudo de Painéis de Alvenaria Estrutural Sujeitos a Ações Perpendiculares ao Plano**. Dissertação (Mestrado)—São Carlos: Universidade de São Paulo, 2007.

RABELO, A. C. N. **Dimensionamento de Alvenaria Estrutural Segundo Recomendações do Eurocode 6**. Dissertação (Mestrado)— Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2004.

SARMENTO, F. J. **Engenharia Civil e Ambiental: Uma Abordagem Computacional**. 1. ed.: Autor, 2020. v1

SARMENTO, F. J. **Engenharia Civil e Ambiental: Uma Abordagem Computacional**. 1. ed.: Autor, 2020. v. 2

TELHANORTE, **Piscina: média de custo para se ter uma**; 2019, disponível em <Piscina: Média de custo para se ter uma | Blog Telhanorte> acesso em :10 de novembro de 2022

TELES, L. S. **Estudo Comparativo Entre Métodos de Análise Estrutural de Reservatórios Enterrados de Concreto Armado**. Fortaleza/CE: Centro Universitário Christus , 2020

ANEXO A

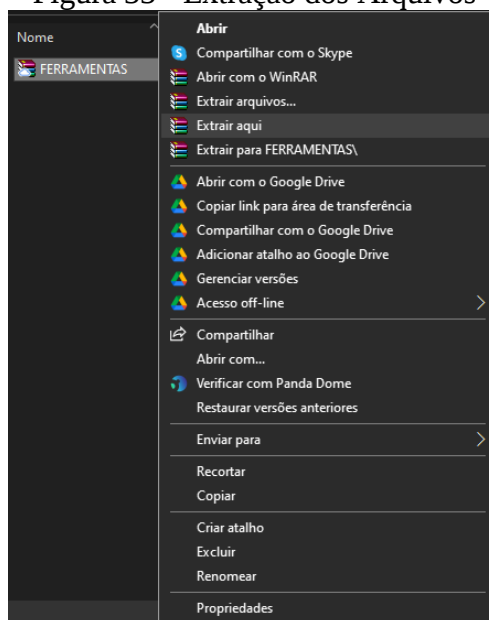
Tutorial de Instalação

1 – Extração dos Arquivos.

Os arquivos com as ferramentas são disponibilizados em pasta compactada. Então primeiramente é necessária ter aplicação como “Winrar” ou similar para fazer a descompactação dos arquivos.

Para isso se clica com o botão direito do mouse no arquivo e se clica em “extrair aqui”, Figura A.1.

Figura 33 - Extração dos Arquivos



Fonte: Elaborado pelo Autor

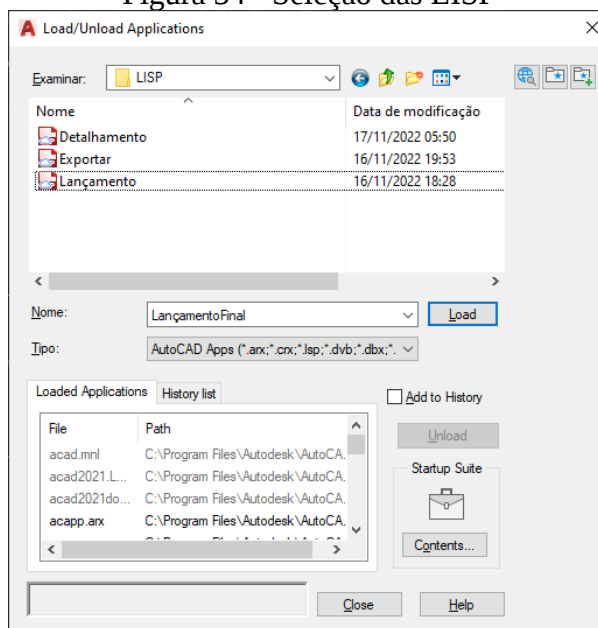
Dentro da pasta, se vai ter outras duas subpasta “LISP” E “APLICATIVO” iniciaremos para a instalação das LISP no AutoCAD.

2 – Carregando as LISP.

Então primeiramente na linha de comando do AutoCAD, se digita “APPLOAD” e depois aperte “Enter” no teclado.

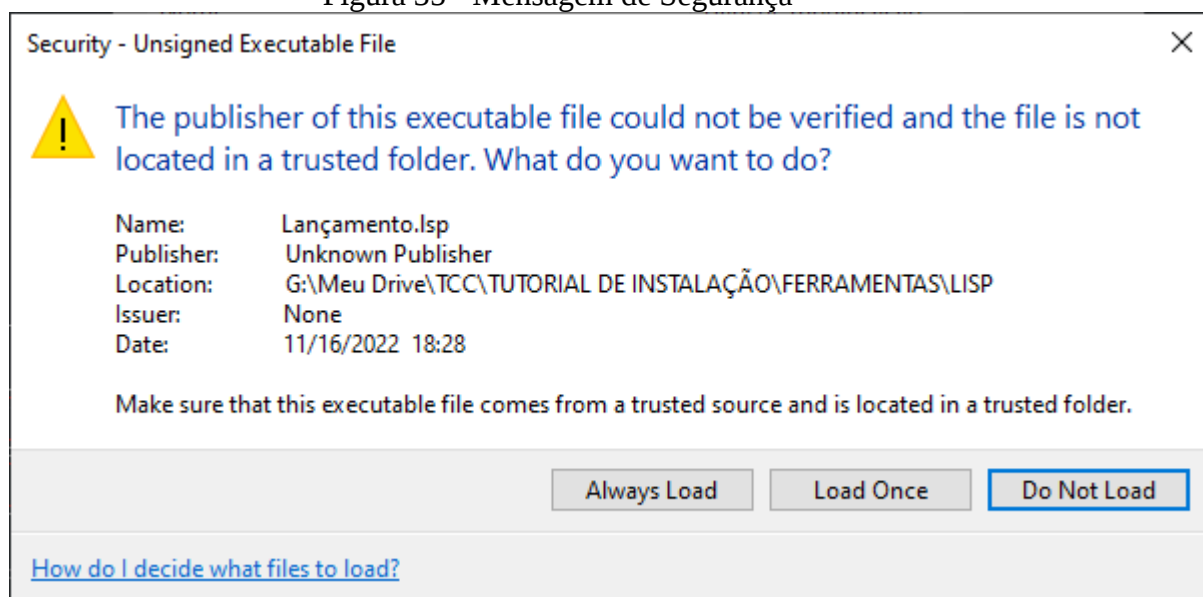
Assim o AutoCAD irá exibir uma caixa de diálogo onde você irá selecionar as LISP nos diretórios que elas estão carregadas, Figura A.2. Selecionadas as LISP se apertam em “Load” Uma mensagem de segurança é exibida, o usuário pode escolher em “Always Load”, carregar sempre essa rotina de comando ou apenas dessa vez, Figura A.3.

Figura 34 - Seleção das LISP



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 35 - Mensagem de Segurança



Fonte: Elaborado pelo Autor

O Processo é o mesmo para os três arquivos desenvolvidos. Vale lembrar que uma vez que forem carregadas as rotinas já estão disponíveis para uso, através dos seus comandos “prelanc” “expdad” e “det”. O Funcionamento delas só é eficaz na utilização do *Template* desenvolvido, o DWT, também estará disponível na pasta “LISP”.

2 – Execução dos Aplicativos.

Na outra pasta, “APLICATIVO” está o aplicativo hospedeiro da ferramenta de dimensionamento, e seus arquivos complementares é importante que nenhum deles seja apagado, ou pode comprometer o funcionamento da ferramenta. Seu processo é mais simples pois não precisa de instalação prévia.

Figura 36 - Pasta com Aplicativo

Nome	Data de modificação	Tipo	Tamanho
Piscinas.deps	17/11/2022 08:13	JSON File	1 KB
Piscinas.dll	17/11/2022 08:13	Extensão de aplicativo	67 KB
Ferramenta de Dimensionamento.	17/11/2022 08:13	Aplicativo	145 KB
Piscinas.pdb	17/11/2022 08:13	Program Debug Database	22 KB
Piscinas.runtimeconfig	17/11/2022 08:13	JSON File	1 KB

Fonte: Elaborado pelo Autor

Basta apenas um duplo clique sobre o aplicativo para iniciar a aplicação.

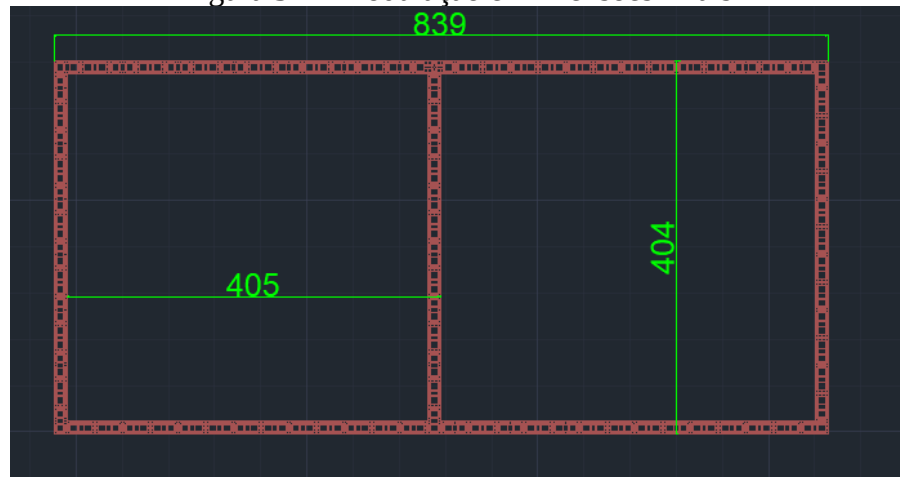
2 – EXEMPLO

Nesse exemplo vamos dimensionar uma piscina 8,00 x 4,00 m com prainha de 4,00m de comprimento a profundidade da piscina é de 1,40 m e da região rasa de 0,20 m, na modulação de alvenaria estrutural seu tamanho é de 8,14 x 4,14.

Com a geometria da piscina previamente carregado seguimos o procedimento de indicar as extremidades para o lançamento da primeira fiada e vistas,

- Digitar “prelanc” na linha de comando
- Clicar na extremidade superior esquerda
- Clicar na extremidade inferior direita
- Indicar o tipo de bloco, vamos utilizar tijolo cerâmico, então “1” e aperta “enter”.
- Indicar a quantidade de fiadas com uma profundidade de 1,40 m são 7 fiadas
- Ajustes são feitos a modulação o resultado final é exibido abaixo. Deixando sua dimensão final com 8,29 x 4,04 m

Figura 37 – Modulação e Dimensões finais



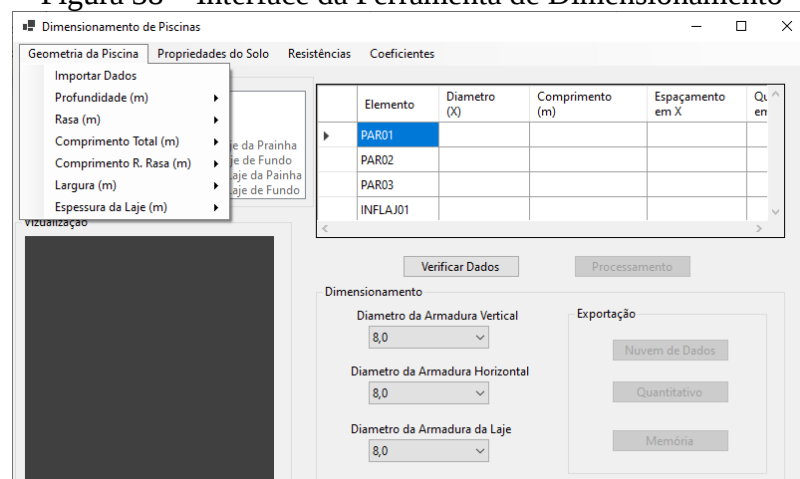
Fonte: Elaborado pelo Autor

O Resultado é apresentado na figura A.5. Agora vamos para utilização do comando “expdad”:

- Digite “expdad” na linha de comando
- Informe o nome e pasta que o arquivo vai estar armazenado
- Clicar na extremidade superior esquerda
- Clicar na extremidade inferior direita
- Clicar no ponto intermediário da parede interna
- Digitar profundidade da piscina em cm
- Informar profundidade da prainha em cm

Já executando a aplicação importamos a geometria da piscina com a opção “Importar Dados”

Figura 38 – Interface da Ferramenta de Dimensionamento



Fonte: Elaborado pelo Autor

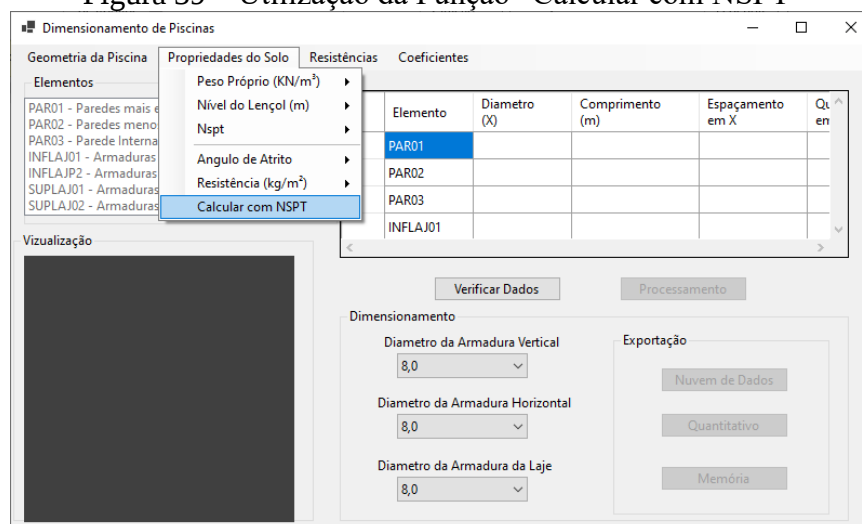
Nos demais parâmetros vamos utilizar os valores da Tabela A.1:

Tabela 10 – Valores para o Exemplo

Espessura da Laje: (m)	0,15
Índice SPT	12
Nível do Lençol (m)	0,2

Vamos utilizar a opção de “Calcular com NSPT” para se ter as estimativas de resistência do solo e ângulo de atrito.

Figura 39 – Utilização da Função “Calcular com NSPT”



Fonte: Elaborado pelo Autor

Com isso estamos possibilitados a verificar se não houve alguma falha no preenchimento dos dados e partimos para a verificação deles. Para isso o procedimento é clicar em “Verificar Dados”. Liberando a utilização do botão “Processamento”.

Resultados para as três paredes e as duas lajes são exibidos. Os símbolos presentes na planilha significam

PAR01 – Parede 1 – Paredes mais extensas (8,39 x 1,40)

PAR02 – Paredes 2 – Menos extensas (4,04 x 1,40)

PAR03 – Parede interna (4,04 x 1,20)

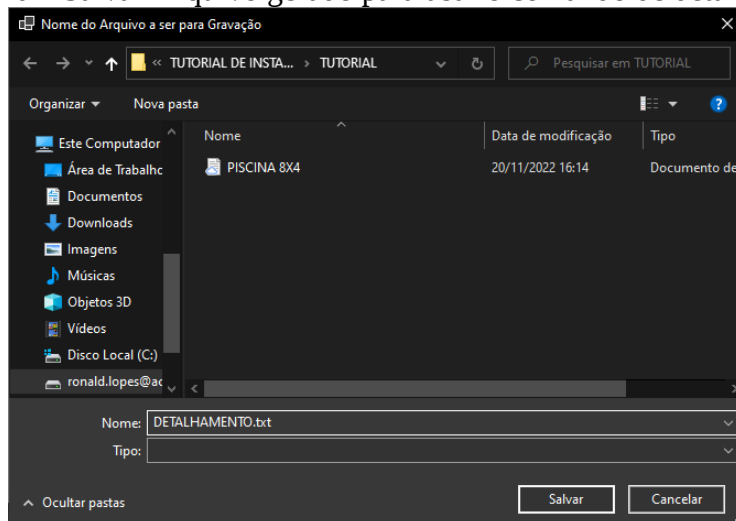
INFLAJ01 – Ferragens para parte inferior da laje da região rasa

SUPLAJ01 – Ferragens para parte superior da laje da região rasa

INFLAJ01 – Ferragens para parte Inferior da laje da região profunda

Prosseguindo na utilização das ferramentas, para utilizar o detalhamento clique no botão “Nuvem de Dados” e salve em um diretório da sua preferência os dados para utilizar no nosso comando para AutoCAD.

Figura 40 – Salvar Arquivo gerado para usar o comando de detalhamento



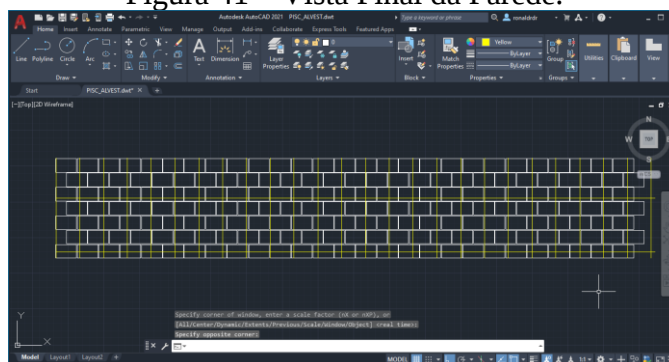
Fonte: Elaborado pelo Autor

OBS: A depende de qual linguagem esteja configurado seu Windows pode ser necessário utilizar ponto como separador decimal, e é necessário fazer a alteração nos arquivos exportados da ferramenta pois utilizam a virgula.

- Digite “det” na linha de comando
- Carregue o Arquivo gerado pela ferramenta de dimensionamento
- Clique no primeiro bloco da primeira fiada da vista da parede 1
- Clique no primeiro bloco da primeira fiada da vista da parede 2
- Clique no primeiro bloco da primeira fiada da vista da parede 3

A Figura A.9 mostra o resultado final para a parede 01, com o posicionamento automático das ferragens.

Figura 41 – Vista Final da Parede.



Fonte: Elaborado pelo Autor