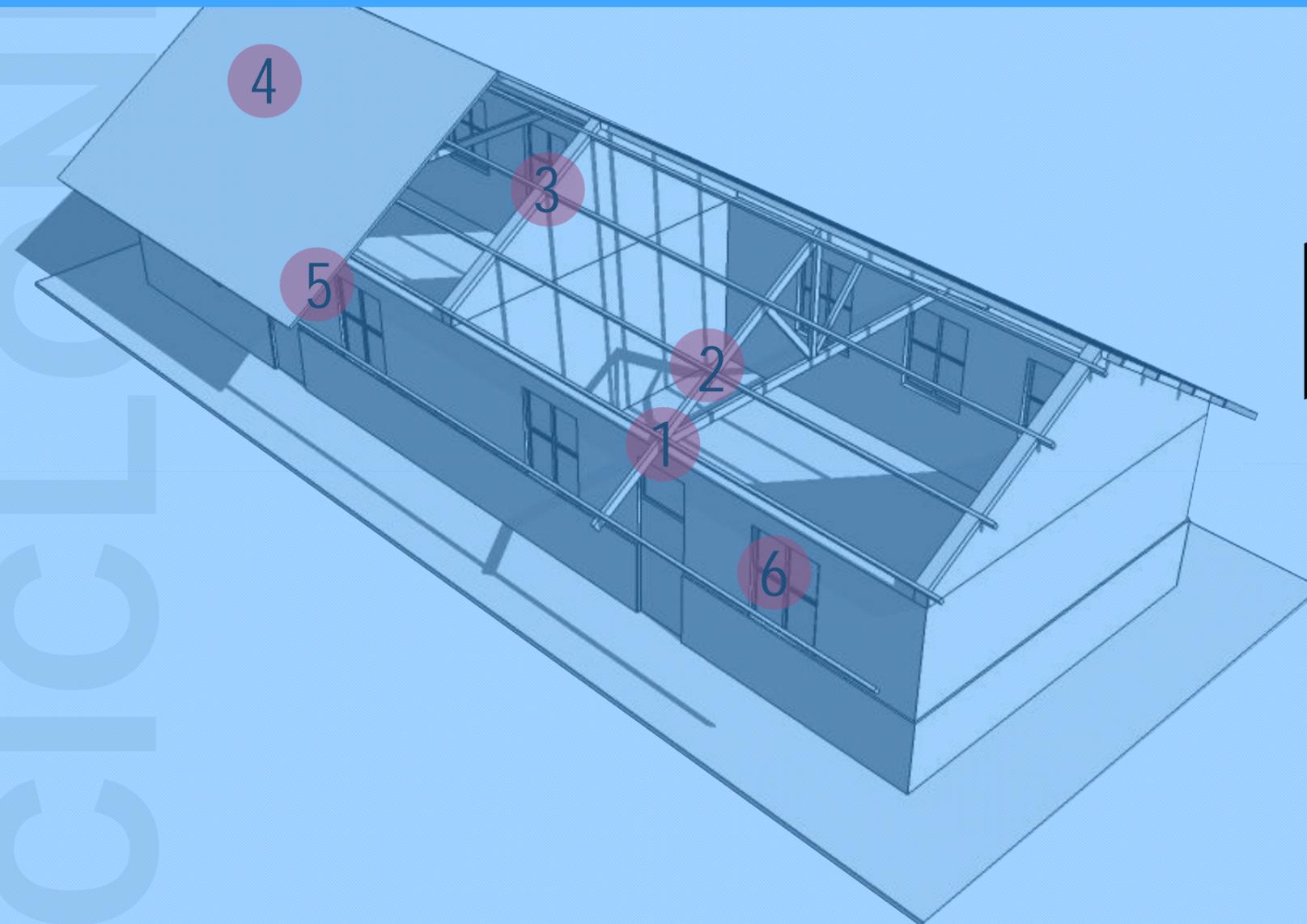




República de Moçambique
Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano

Projecto Escolas Seguras CATÁLOGO DE MEDIDAS TÉCNICAS



1 CICLONES

1ª Edição



República de Moçambique
Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos



Instituto Nacional de Gestão de Calamidades



F
A
P
F



Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos

FICHA TÉCNICA

Título

Catálogo de Medidas Técnicas: Ciclones

Âmbito

Projecto Escolas Seguras em Moçambique

"*Developing Guidelines on School Safety and Resilient School Building Codes in Mozambique*"

Coordenação Institucional

Ministério da Educação e Desenvolvimento Humano

Parceiros Institucional

Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos

Ministério da Administração Estatal e Função Pública - Instituto Nacional de Gestão de Calamidades

Coordenação Executiva

Universidade Eduardo Mondlane - Faculdade de Arquitectura e Planeamento Físico (UEM-FAPF)

Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (UN-Habitat)

Equipe Técnica

Arianna Francioni

Carlos Trindade

Edson Pereira

Eduardo Chiziane

Fernando Ferreiro

Federico Cabrillo

Luís Felipe

Luís Lage

Marcia Guambe

Pasquale Capizzi

Silva Magaia

Wild do Rosário

Assistentes de Pesquisa

Linea Caldeira

Maximiano Matlabe

Pedro Bulande

Stefânia Macie

Valdimir Verlopp

Wacela Macamo

Financiamento

Banco Mundial

Global Fund for Disaster Risk Reductions

1ª Edição

Maputo, Novembro de 2014

S
E
N
O
T
I
C
I
C
L
O
N
E
S

AGRADECIMENTO...

...aos Pontos Focais

Filipe Samuel e Rui Fonseca (MINED - DPLAC - CEE)
Armando Paulino (MOPH - DNE)
Carlos de Jesus Valentim (MOPH - DNMC)
Isaias (MOPH - DNA)
Samuel Chadreque (MICOA - DNPOT)
Félix Manuel (MIFIN-Direcção Nacional de Orçamento)
Zacarias Boane (MCT)
Higino Rodrigues e Leovigildo Marcos (INGC)
Alcinda Duvane e Gilberto Mabjaia (INNOQ)
Bento Cambula (INAM)
Zefanias Valoi (Conselho Cristão de Moçambique)
Gregório Marcelino (FME)
Helena Cardoso (AEMC)
Agostinho Costa Neto (ARA - Sul)
António Mavie (Fews Net)
Alberto Mavume e António Queface (UEM - Dep. de Física)
Massingue (UEM-Dep. de Geologia)
Luís Lage (UEM - FAPF)
Albino Nhassengo (UEM - Fac. Direito)
Wild do Rosário (UN - Habitat)
Tito Bonde (UNICEF)

...às instituições

Associação das Empresas Moçambicanas de Consultoria (AEMC), Associação Nacional dos Municípios de Moçambique (ANAMM), Conselho Cristão de Moçambique (CCM), Consultec, Departamento de Física da Universidade Eduardo Mondlane, Departamento de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane, DFID, Direcção de Educação da Cidade de Maputo, Direcção de Infra-Estruturas e Sistemas de Informação do Ministério da Ciência e Tecnologia, Direcção Nacional de Águas (DNA), Direcção Nacional de Edifícios (DNE), Direcção Nacional de Geologia (DNG), Direcção Nacional de Materiais de Construção (DNMC), Direcção Nacional de Orçamento (DNO), Direcção Nacional de Planeamento e Ordenamento Territorial (DNAPOT), Direcção Provincial de Educação e Cultura de Inhambane, Direcção Provincial de Educação e Cultura de Maputo, Direcção Provincial de Educação e Cultura de Nampula, Direcção Provincial de Educação e Cultura de Gaza, Direcção Provincial de Educação e Cultura da Zambézia, Faculdade de Engenharias da Universidade Eduardo Mondlane (UEM-FENG), Faculdade de Direito da Universidade Eduardo Mondlane (UEM-FD), Federação Moçambicana de Empreiteiros (FME), Fundo de Apoio ao Sector Escolar (FASE), Grontmij Consultores, Instituto Nacional de Desenvolvimento de Ensino (INDE), Instituto Nacional de Meteorologia (INAM), Instituto Nacional de Normalização e Qualidade (INNOQ), JICA, OGA Construções, Ordem dos Engenheiros de Moçambique, Plan Internacional, Save the Children, SWL Constructores, UNDP, UNICEF, Word Vision.

...especial

Eugénio Maposse, João Machaluco, Leonor Camacho, Mario André, Dilária MarerJo, Flávio Victorino, Vadinho Fernando, Sebastião Jaime Tivane, Gaspar Maiquita, Artur Camba, Salvador Lai, Pedro João Chale, Napoleão Balane, Rui Fonseca, Caetano José, Felipe Samuel, Suzana Luís, Achad Hidayya, Elsa Nhanala, Vasco Chiponde, Artur Cumbane, Salvador Sumbane, Eurico Banze, Ermelina Khossa, Cremildo Binon, Rosa Chissaque, Brito Soca, Jaime Matsinhe, Isac Filimone, Armando Paulino, Jeremias Albino, Jean Paul Vermeulen, Esperança Sumbane, José Mandlate, Virgílio Bento, João Ribeiro, Placido Pereira, Casimiro Abreu, Higino Rodrigues, Leovigildo Marcos, Pinto Rui Ferraz, Sisenando Marcelino, Dinis Guiamba, Mauro Mahoque, Ana Cristina Manuel, Marta Pedro, António Capizzi, António Queface, Alberto Mavume, Albino Nhassengo, Ercílio Tostão, Rogério Pavê, Boaventura Cau, Umosree Polepeddi, Anastácia Wilson, Tito Bonde, Alberto Cumbana, Hanoch Barlevi, Salvador Raimundo Matavele, Octávio Sobral (Gaza), Jorge Miguel (Inhambane), Arlindo Matlombe (Maputo Cidade) Julião Simango, Basílio Mandlate (Maputo Província), Gregório Marcelino, Zefanias Manhique, Maija Nuno Baraca, Elsa Bomba, Ailton Ussiana, Carlos Luís, Oscar Cavale, Carlos Gonzalez, Joana Jorge, Severino Marcos, José Petreque Chamussa, Zefanias Valoi, Carlos Alberto, Marcela Ricupero, Manuela Muianga, Helena Cardoso, Mário Macaringue, Alexandra Neves, Conceição Leite, Nacima Figia, Arlindo Mucone, Gilberto Mabjaia, Alcinda Duvane, Henrique Filimone, Aurélio Sine, José Hunguana, Thais Gonzalez, Alvaro Charria, Damião Mungoi, Alcina Siteo, Cláudio Julaia, Stélio Massuque, Megumi Tsukizoe, Eunice Abreu, Feliciano Dias, Mario Gonzaga, Zacarias Boane, Rajao Harilala Serge (Madagascar), Jaime Comiche, Priscila Cossa, Elis Mavie, Atanásio Manhique, Bento Cambula, Anacleto Duvane, Aderito Wetela, Samuel Chadreque.

TABELA DE CONTEÚDO

S E N O Z O N E S C I C L O N E S

Ficha Técnica
Agradecimentos
Tabela de Conteúdo

Nota Introdutória

1

Ameaças

Perfil das Ameaças
Zoneamento de Ciclones

2

Princípios Gerais

Localização Recomendável
Forma do Edifício Escolar

3

Projecto Arquitectónico do Edifício Escolar

Projecto da Antiga Metodologia

4

Ciclone e o Edifício Escolar

Acção do vento sobre o edifício
Pontos Vulneráveis do edifício escolar

5

Asna e suas Conexões

Problema, Danos e Recomendações
Reforço com Diagonais
Ligação entre os elementos da Asna
Dimensionamento da Resistência ao Vento

6

Ligação Asna - Parede

Chapa de Ferro
Uso de Varão

7

Ligação Asna - Madre

Problema, Danos e Recomendações
Pormenores das Ligações

8

Ligação Madre - Empena

Problema, Danos e Recomendações
Madre fixa a Asna da Empena
Madre fixa a Viga de Betão Armado da Empena

9

Fixação da Chapa de Cobertura

Problema, Danos e Recomendações
Pormenor de Fixação

10

Varanda Prolongada

Problema, Danos e Recomendações
Pormenores

11

Portas e Janelas

Problema, Danos e Recomendações
Pormenores

A acção das ameaças naturais em infraestruturas escolares de forma inadequada resulta no desperdício recorrente de recursos, sem contar os impactos, dificilmente calculáveis, no processo educativo.

No âmbito do PROJECTO ESCOLAS SEGURAS, notou-se a pertinência da elaboração dum guião de **Orientações e Princípios para Construção de Escolas Seguras** com objectivo de orientar o processo construtivo e a adaptação das infraestruturas escolares, garantindo assim segurança aos usuários (profesores, alunos e funcionários), resiliência das mesmas (minimizando a paralização das aulas), apoiar as comunidades na coordenação e resposta perante os desastres naturais e contenção de custos de reconstrução pós desastres naturais. Á longo prazo, o guião servirá de base para a elaboração duma proposta de Código de construção de instalações escolares.

O presente guião foi produzido tendo como destinatários todas as partes envolvidas no processo construtivo de infraestruturas escolares a nível Nacional e Provincial, os empreiteiros e artesãos, os arquitectos projectistas e os técnicos de construção.



Moçambique, devido à sua localização geográfica, é um país vulnerável a desastres naturais, que afectam os diversos sectores de actividade, provocando grandes danos, como destruição de infraestruturas sociais dentre elas as infraestruturas Escolares. Estima-se que 25% da população de Moçambique vive em áreas expostas a **ameaças recorrentes (cíclicas) - Ciclones, Cheias, Sismos e Secas.**

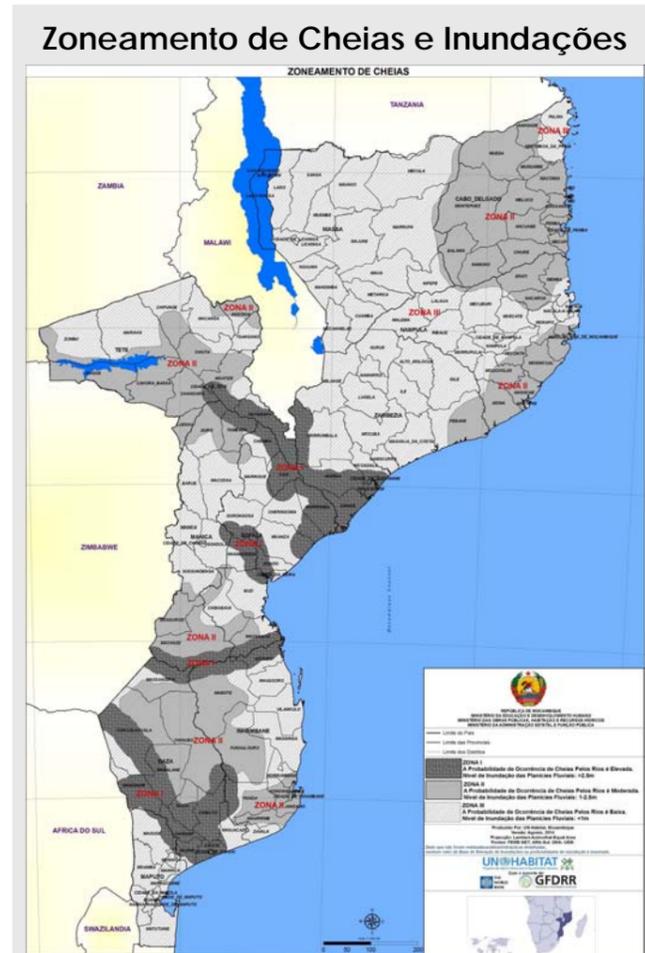
A faixa costeira de Moçambique está localizada na **via preferencial dos ciclones tropicais mais destrutivos da região**, sendo atingida em média uma vez por ano. A zona onde localiza-se Moçambique produz, por si só, cerca de 10% dos ciclones.

Por outro lado o país situa-se a **jusante dos principais rios cuja nascente está nos países vizinhos**, com o destaque para o rio Zambeze que representa 50% do escoamento superficial de todo Moçambique (Queface, 2009).

No que diz respeito aos terremotos, que é uma ameaça com impacto potencialmente alto, é de ressaltar que Moçambique localiza-se no **limite sul do Vale do Rift**, que é uma falha que se estende no sentido norte-sul por cerca de 5000 km, desde o norte da Síria até ao centro de Moçambique, possui uma largura que varia entre 30 a 100 km e, em profundidade de algumas centenas a milhares de metros.



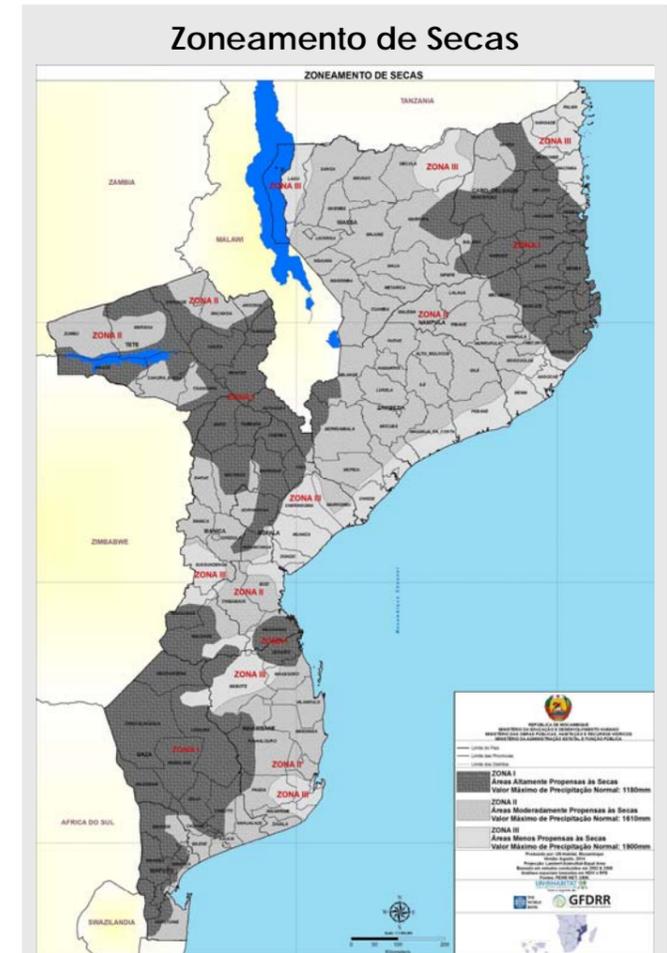
Em 2013, cerca de **43.666 (68.7%) Salas de Aulas estavam localizadas em zonas de risco de ventos ciclónicos (Zona I e II)**. Especificamente, 9.714 (15.3%) Salas de Aulas de Material Convencional e 10.815 (17.0%) salas de aulas de Material Tradicional estavam localizadas na Zona de Alto Risco de Ventos Ciclónicos (Zona I).



Em 2013, cerca de **24.213 (38.1%) Salas de Aulas estavam localizadas em zonas de risco de cheias (Zona I e II)**. Especificamente, 4.581 (7.2%) Salas de Aulas de Material Convencional e 3.538 (5.6%) salas de aulas de Material Tradicional estavam localizadas na Zona de Alto Risco de Cheias (Zona I).



Em 2013, cerca de **46.462 (73.1%) Salas de Aulas estavam localizadas em zonas de risco de sismos (Zona I e II)**. Especificamente, 6.967 (11.0%) Salas de Aulas de Material Convencional e 6.036 (9.5%) salas de aulas de Material Tradicional estavam localizadas na Zona de Alto Risco de Sismo (Zona I).



Em 2013, cerca de **45.796 (72.1%) Salas de Aulas estavam localizadas em zonas de risco de Secas (Zona I e II)**. Especificamente, 8.764 (13.8%) Salas de Aulas de Material Convencional e 8.475 (13.3%) salas de aulas de Material Tradicional estavam localizadas na Zona de Alto Risco de Seca (Zona I).

Distrito	Posto Administrativo	Zona
Ancuabe	Ancuabe	Zona 3
	Mesa	Zona 3
	Metoro	Zona 2
Balama	Mavala	Zona 3
	Impiri	Zona 3
	Balama	Zona 3
Chiure	KueKue	Zona 2
	Chiure Velho	Zona 1
	Mazeze	Zona 1
Cidade de Pemba	Katupa	Zona 2
	Chiure	Zona 2
	Ocuia	Zona 2
Ibo	Namogella	Zona 2
	Cidade de Pemba	Zona 1
	Ibo	Zona 2
Macomia	Quirimba	Zona 2
	Mucoco	Zona 2
	Quiterajo	Zona 2
Mecufi	Chai	Zona 3
	Macomia	Zona 3
	Murrebue	Zona 1
Meluco	Mecufi	Zona 1
	Meluco	Zona 3
	Muagude	Zona 3
Mocimboa da Praia	Mbau	Zona 2
	Diaa	Zona 3
	Mocimboa da Praia	Zona 2
Montepuez	Nairote	Zona 3
	Mirare	Zona 3
	Namuhumbir	Zona 3
Mueda	Montepuez	Zona 3
	Mapupulo	Zona 3
	N gapa	Zona 3
Muidumbe	Negomano	Zona 3
	Mueda	Zona 3
	Imbuo	Zona 3
Namuno	Chapa	Zona 3
	Muidumbe	Zona 3
	Miteda	Zona 3
Nangade	Chitunda	Zona 3
	Namuno	Zona 2
	N Cumpe	Zona 2
Palma	Papai	Zona 2
	Meloco	Zona 2
	Hucula	Zona 2
Pembá	Machoca	Zona 2
	Nangade	Zona 3
	M lamba	Zona 3
Quissanga	Glumbi	Zona 2
	Pundandar	Zona 2
	Palma	Zona 2
Quissanga	Quionga	Zona 2
	Mieze	Zona 1
	Metuge	Zona 2
Quissanga	Bilibiza	Zona 3
	Mahate	Zona 2
	Quissanga	Zona 2

Distrito	Posto Administrativo	Zona
Cidade de Lichinga	Cidade de Lichinga	Zona 4
	Etarara	Zona 2
	Lúro	Zona 2
Cuamba	Cuamba	Zona 2
	Lumbo	Zona 3
	Mariamba	Zona 4
Lago	Metangula	Zona 4
	Cobue	Zona 3
	Meponda	Zona 3
Lichinga	Chimbonita	Zona 4
	Liona	Zona 4
	Malanga	Zona 4
Majune	Muaquia	Zona 4
	Muaba	Zona 4
	Nairubi	Zona 4
Mandimba	Mitande	Zona 4
	Mandimba	Zona 4
	Marangira	Zona 4
Marrupa	Marangira	Zona 4
	Nungo	Zona 3
	Maua	Zona 3
Mavago	Maua	Zona 3
	Maiaa	Zona 2
	M Sawize	Zona 3
Macanhelas	Mavago	Zona 4
	Insassa	Zona 2
	Chiua	Zona 2
Mecurica	Mecula	Zona 3
	Matondovela	Zona 3
	Nacumua	Zona 2
Muembe	Metarica	Zona 3
	Chiconono	Zona 4
	Muembe	Zona 3
Ngauma	Itepele	Zona 4
	Massangulo	Zona 4
	Mupite	Zona 2
Nipepe	Nipepe	Zona 2
	Unanago	Zona 4
	Lussimbese	Zona 4
Sanga	Matchedje	Zona 3
	Macaloge	Zona 3

Distrito	Posto Administrativo	Zona
Anagoche	Namaponda	Zona 1
	Boila Namitoria	Zona 1
	Cidade de Anagoche	Zona 1
C. Ilha de Moçambique	Aube	Zona 1
	C. Ilha de Moçambique	Zona 1
	Lumbo	Zona 1
Cidade de Nampula	Natikire	Zona 1
	Muatala	Zona 1
	Urbano Central	Zona 1
Eráti	Napipine	Zona 1
	Muhala	Zona 1
	Namikopo	Zona 1
Lalaua	Namapa	Zona 1
	Alua	Zona 1
	Namiroa	Zona 1
Malema	Lalaua	Zona 2
	Meti	Zona 2
	Chitulo	Zona 2
Meconta	Malema	Zona 2
	Mutuali	Zona 2
	Namiala	Zona 2
Mecuburi	Meconta	Zona 1
	7 de Abril	Zona 1
	Cotrane	Zona 1
Membra	Milhana	Zona 1
	Muite	Zona 2
	Mecuburi	Zona 1
Mogincual	Namuna	Zona 1
	Chipene	Zona 1
	Mazua	Zona 1
Mogovolas	Membra	Zona 1
	Lúrio	Zona 1
	Quixaxe	Zona 1
Moma	Lupo	Zona 1
	Quinga	Zona 1
	Unanago	Zona 4
Monapo	Namige	Zona 1
	Megaza	Zona 1
	Calipo	Zona 1
Muecate	Nametil	Zona 1
	Muatala	Zona 1
	lutul	Zona 1
Murrupula	Namhapo Rio	Zona 1
	Chalaua	Zona 1
	Mucuali	Zona 1
Nacala-a-Velha	Moma	Zona 1
	Larde	Zona 1
	Itoculo	Zona 1
Nacala-Porto	Neta	Zona 1
	Monapo	Zona 1
	Mossuril	Zona 1
Nacarora	Mossuril	Zona 1
	Lunga	Zona 1
	Matibane	Zona 1
Rapale - Nampula	Imala	Zona 1
	Mucate	Zona 1
	Muculone	Zona 1
Ribaué	Chinga	Zona 1
	Murrupula	Zona 1
	Nihessiu	Zona 1
Nacala-a-Velha	Covo	Zona 1
	Nacala-a-Velha	Zona 1
	Maisa	Zona 1
Nacala-Porto	Tone	Zona 1
	Mutiva	Zona 1
	Saua-Saua	Zona 1
Nacarora	Nacarora	Zona 1
	Intete	Zona 1
	Rapale	Zona 1
Rapale - Nampula	Mutivasse	Zona 1
	Anchilo	Zona 1
	Namaita	Zona 1
Ribaué	Ritaué	Zona 1
	lapala	Zona 2
	Cunite	Zona 1

Distrito	Posto Administrativo	Zona
Alto Molocue	Nauela	Zona 2
	Alto Molocue	Zona 1
	Luabo	Zona 1
Chinde	Chinde	Zona 1
	Micaune	Zona 1
	Cidade de Quelimane	Zona 1
Gile	Cidade de Quelimane	Zona 1
	Gile	Zona 1
	Alto Ligonha	Zona 1
Gurue	Liona	Zona 2
	Cidade de Gurue	Zona 2
	Mepuagua	Zona 2
Ile	Socone	Zona 2
	Ile	Zona 2
	Mulevala (Namigonha)	Zona 1
Inhassunge	Gonhane	Zona 1
	Inhassunge (Mucupia)	Zona 1
	Muabanama	Zona 2
Lugela	Lugela	Zona 2
	Tacuane	Zona 2
	Munhamade	Zona 2
Maganja da Costa	Mocubela	Zona 1
	Maganja da Costa	Zona 1
	Bajone	Zona 1
Milange	Nante	Zona 1
	Molambo	Zona 2
	Milange	Zona 2
Mocuba	Majaua	Zona 2
	Mongue	Zona 2
	Mugeba	Zona 2
Mopeia	Namanjaira	Zona 1
	Cidade de Mocuba	Zona 1
	Campo	Zona 1
Murrumbala	Mopeia	Zona 1
	Chire	Zona 2
	Derre	Zona 1
Namacurra	Murrumbala	Zona 1
	Megaza	Zona 2
	Namacurra	Zona 1
Namarroi	Macuze	Zona 1
	Regone	Zona 2
	Namarroi	Zona 2
Nicoadala	Nicoadala	Zona 1
	Maquival	Zona 1
	Mualama (Mulela)	Zona 1
Pebane	Naburi	Zona 1
	Naburi	Zona 1
	Pebane	Zona 1

Distrito	Posto Administrativo	Zona
Angonia	Ulonge	Zona 4
	Domue	Zona 4
	Songo	Zona 3
Cahora Bassa	Chitima	Zona 3
	Chinholo	Zona 2
	Kachembe (Marara)	Zona 3
Changara	Chipembere (Chico)	Zona 2
	Luenha	Zona 2
	Mualadze	Zona 4
Chifunde	Nsadzu	Zona 4
	Chifunde	Zona 4
	Manje	Zona 4
Chiuta	Kazula	Zona 4
	Cidade de Tete	Zona 3
	Macanga	Zona 4
Magoe	Furancungo	Zona 4
	Chidzolomondo	Zona 4
	Mphende	Zona 3
Maravia	Chinholo	Zona 2
	Mukumbura	Zona 2
	Malovera	Zona 4
Moatize	Chiputu	Zona 4
	Fingoe	Zona 3
	Chipera	Zona 3
Mutarara	Zobue	Zona 4
	Moatize	Zona 3
	Kambulatissi	Zona 3
Tsangano	Nhamayabue	Zona 2
	Charre	Zona 2
	Inhangoma	Zona 2
Zumbo	Doa	Zona 4
	Ntengo-Wa-Malame	Zona 4
	Isangano	Zona 4
Zumbo	Muze	Zona 3
	Zumbue	Zona 3
	Zumbo	Zona 3

Distrito	Posto Administrativo	Zona
Bilene	Chissano	Zona 2
	Macia	Zona 2
	Makluane	Zona 2
Chibuto	Praia de Bilene	Zona 2
	Mazivila	Zona 2
	Messano	Zona 2
Chicalacuala	Chaimite	Zona 2
	Godkie	Zona 2
	Malehice	Zona 2
Chokwé	Cidade de Chibuto	Zona 2
	Changanine	Zona 2
	Alto Changanine	Zona 2
Chigubo	Vila Eduardo Mondlane	Zona 2
	Mapi	Zona 2
	Pafuri	Zona 2
Chokwé	Ghigubo	Zona 2
	Dindiza	Zona 2
	Macarratane	Zona 3
Cidade de Xai-Xai	Cidade de Chokwé	Zona 3
	Londe	Zona 2
	Xilembene	Zona 2
Guija	Cidade de Xai-Xai	Zona 2
	Canicão	Zona 3
	Nalazi	Zona 3
Mabalane	Mubangoene	Zona 3
	Chovone	Zona 3
	Nitavene	Zona 3
Mandlakaze	Mabalane	Zona 3
	Combomune	Zona 2
	Xhalala	Zona 2
Massangena	Mandlakaze	Zona 2
	Mazucane	Zona 2
	Chidenguele	Zona 2
Massingir	Nquzene	Zona 2
	Macuacua	Zona 2
	Chibonzane	Zona 2
Xai-Xai	Mavue	Zona 2
	Massangena	Zona 2
	Mavodze	Zona 3
Xai-Xai	Massingir	Zona 3
	Zulo	Zona 3
	Chicumbane	Zona 2
Xai-Xai	Chongone	Zona 2
	Zongone	Zona 2

Distrito	Posto Administrativo	Zona	
Búzi	Estaquinha	Zona 1	
	Búzi	Zona 1	
	Nova-Sofala	Zona 1	
Caia	Murraça	Zona 2	
	Sena	Zona 2	
	Caia	Zona 2	
Chemba	Chiramba	Zona 2	
	Chemba	Zona 2	
	Mullima	Zona 2	
Cheringoma	Inhamitanga	Zona 1	
	Inhamitanga	Zona 1	
	Goonda	Zona 1	
Chibabava	Chibabava	Zona 1	
	Muxungue	Zona 1	
	Distrito Urbano Nº 1	Zona 1	
Cidade da Beira	Distrito Urbano Nº 2	Zona 1	
	Distrito Urbano Nº 3	Zona 1	
	Distrito Urbano Nº 4	Zona 1	
Dondo	Distrito Urbano Nº 5	Zona 1	
	Cidade de Dondo	Zona 1	
	Gorongozo	Zona 1	
Gorongozo	Nhamadze	Zona 1	
	Vanduzi	Zona 1	
	Divine	Zona 1	
Machanga	Machanga	Zona 1	
	Canxoe	Zona 2	
	Maringue	Zona 2	
Marromeu	Subwe	Zona 1	
	Chupanga	Zona 1	
	Marromeu	Zona 1	
Muanza	Muanza	Zona 1	
	Galinha	Zona 1	
	Nhamatanda	Zona 1	
Nhamatanda	Tica	Zona 1	

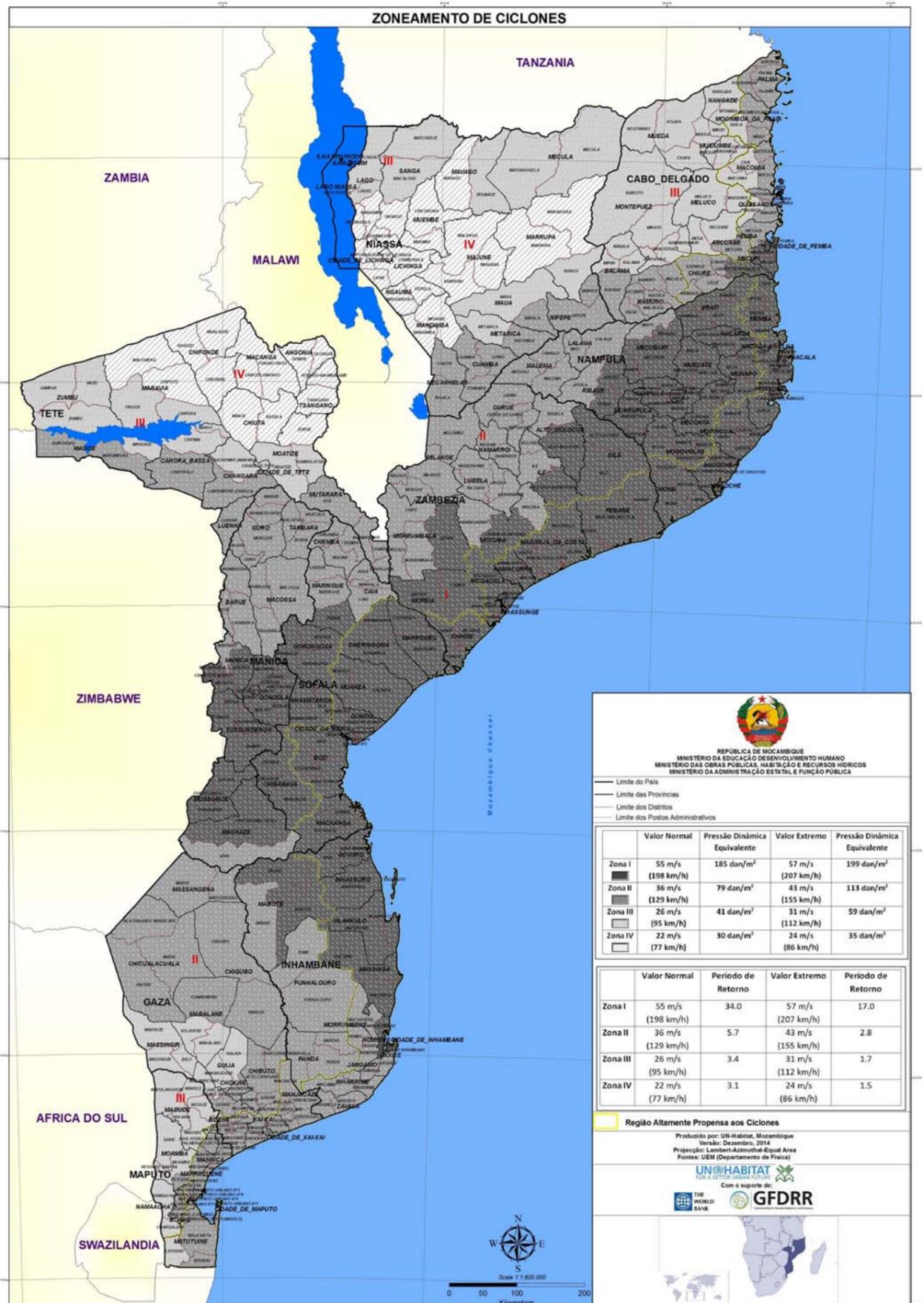
Distrito	Posto Administrativo	Zona
Cidade de Inhambane	Cidade de Inhambane	Zona 1
	Cidade de Maxixe	Zona 1
	Funhalouro	Zona 2
Govuro	Funhalouro	Zona 2
	Nova Mambone	Zona 1
	Save	Zona 1
Hoinho	Pembe	Zona 2
	Hoinho	Zona 2
	Inharrime	Zona 2
Inhassoro	Mocumbi	Zona 2
	Inhassoro	Zona 1
	Bazaruto	Zona 1
Jangamo	Cumbana	Zona 2
	Jangamo	Zona 2
	Mabote	Zona 1
Mabote	Zimane	Zona 2
	Zimane	Zona 2
	Chicomo	Zona 1
Massinga	Massinga	Zona 1
	Morrumbene	Zona 1
	Mucodubene	Zona 2
Panda	Mawayala	Zona 2
	Panda	Zona 2
	Mapinhane	Zona 1
Vilankulo	Vilankulo	Zona 1
	Quissico	Zona 2
	Zandiamela	Zona 2

Distrito	Posto Administrativo	Zona
Cidade de Maputo	DU Nº 1 - KaMputulo	Zona 2
	DU Nº 2 - Nihamanikulo	Zona 2
	DU Nº 3 - KaMaxaquene	Zona 2
	DU Nº 4 - KaMavota	Zona 2
	DU Nº 5 - KaMubukwana	Zona 2
	DU Nº 6 - KaIembe	Zona 2
	DU Nº 7 - KaNyaka	Zona 2

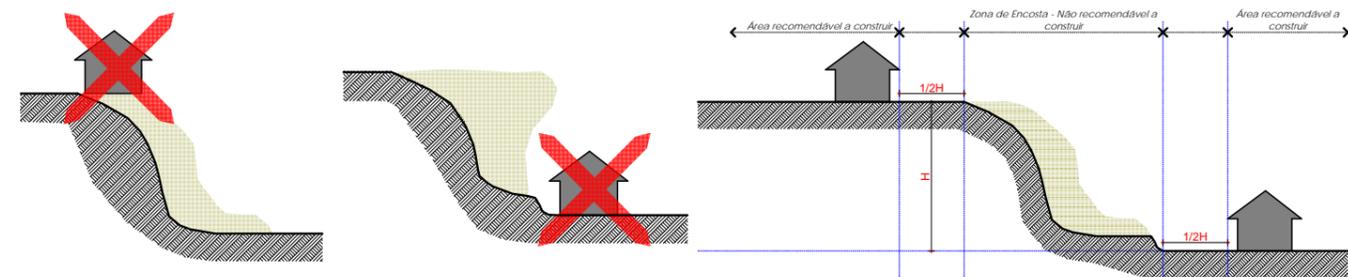
Distrito	Posto Administrativo	Zona
Cidade de Maputo	DU Nº 1 - KaMputulo	Zona 2
	DU Nº 2 - Nihamanikulo	Zona 2
	DU Nº 3 - KaMaxaquene	Zona 2
	DU Nº 4 - KaMavota	Zona 2
	DU Nº 5 - KaMubukwana	Zona 2
	DU Nº 6 - KaIembe	Zona 2
	DU Nº 7 - KaNyaka	Zona 2

Distrito	Posto Administrativo	Zona
Cidade de Maputo	DU Nº 1 - KaMputulo	Zona 2
	DU Nº 2 - Nihamanikulo	Zona 2
	DU Nº 3 - KaMaxaquene	Zona 2
	DU Nº 4 - KaMavota	Zona 2
	DU Nº 5 - KaMubukwana	Zona 2
	DU Nº 6 - KaIembe	Zona 2
	DU Nº 7 - KaNyaka	Zona 2

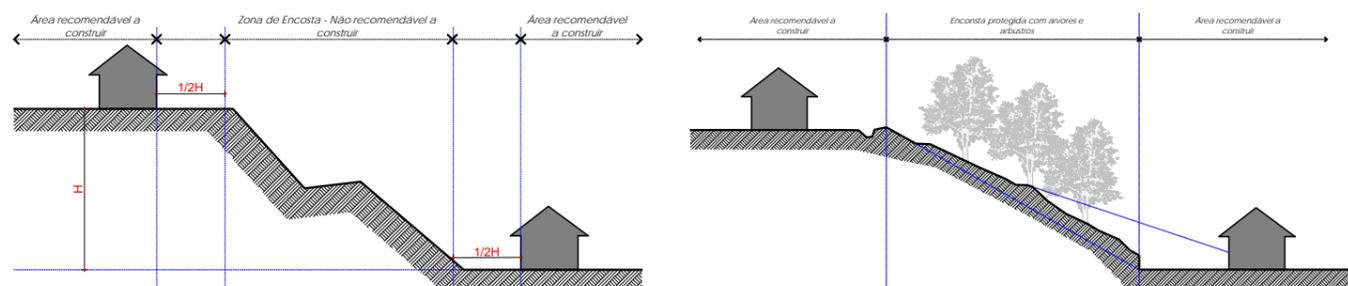
Distrito	Posto Administrativo	Zona
Cidade de Maputo	DU Nº 1 - KaMputulo	Zona 2
	DU Nº 2 - Nihamanikulo	Zona 2
	DU Nº 3 - KaMaxaquene	Zona 2
	DU Nº 4 - KaMavota	Zona 2
	DU Nº 5 - KaMubukwana	Zona 2
	DU Nº 6 - KaIembe	Zona 2
	DU Nº 7 - KaNyaka	Zona 2



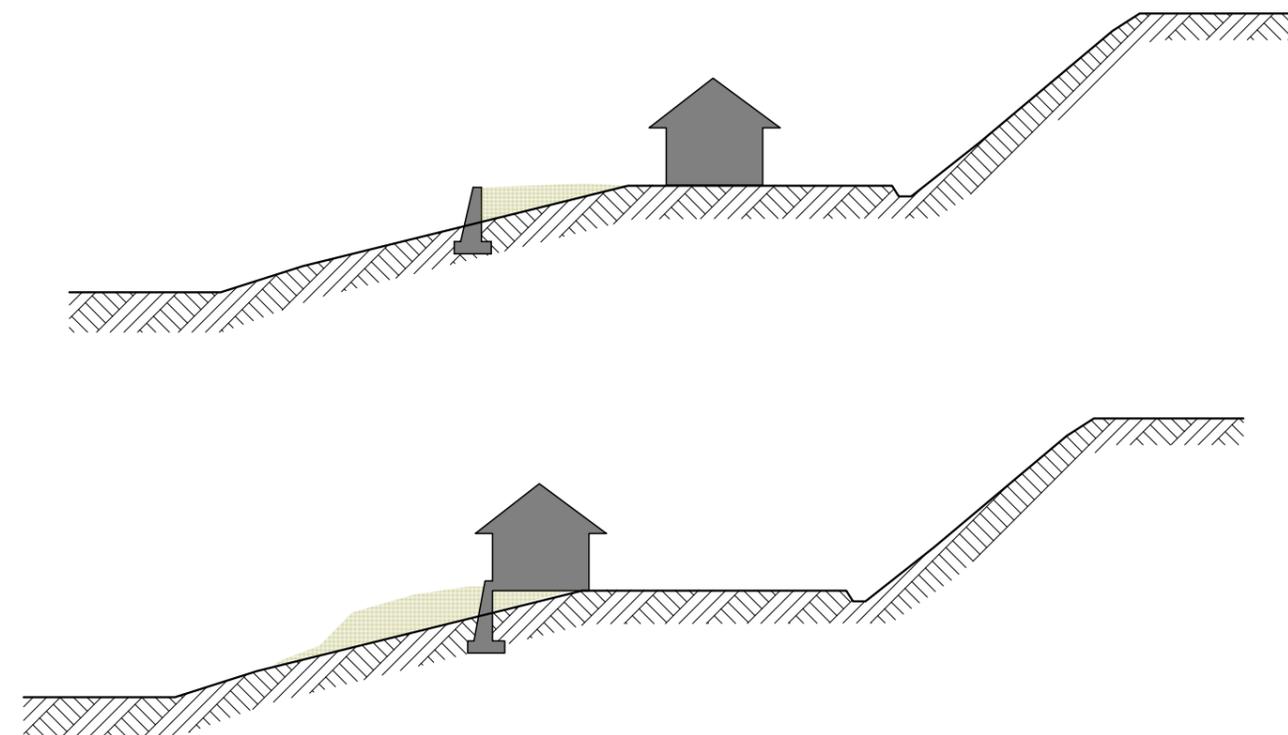
1 Localizar a escola afastada de terrenos susceptíveis a deslizamentos de terra induzidos pelos terremotos e Chuvas



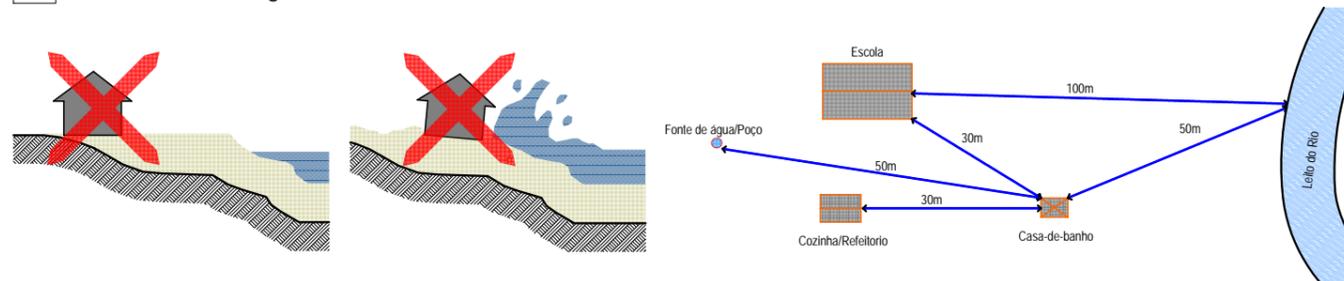
A estratégia principal é de assegurar que todo o edifício esteja localizado fora da zona de risco. Como medida geral, a construção deverá ser localizada a uma distância a partir do topo e da base da encosta, pelo menos, igual a $\frac{1}{2}$ a altura da mesma encosta, e em todos os casos não menos do que 2 m. O edifício não deve estar localizado em cima ou na base de encostas com pendência superior a 40%.



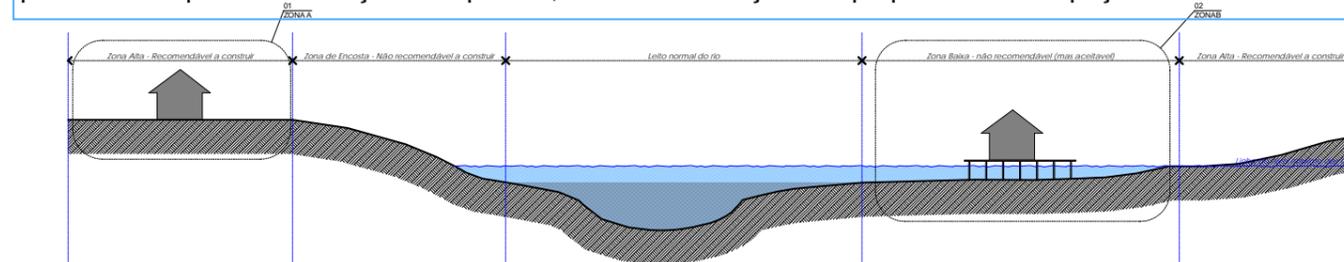
Plantio de árvores pode reduzir o risco bem como fornecer uma adequada superfície de drenagem de água. Onde seja necessário construir dentro de área de risco, a construção de muros de suporte e a redução da inclinação podem ser opções viáveis. Paredes de retenção podem ser construídas para reduzir o risco de afundamento e deslizamento do solo.



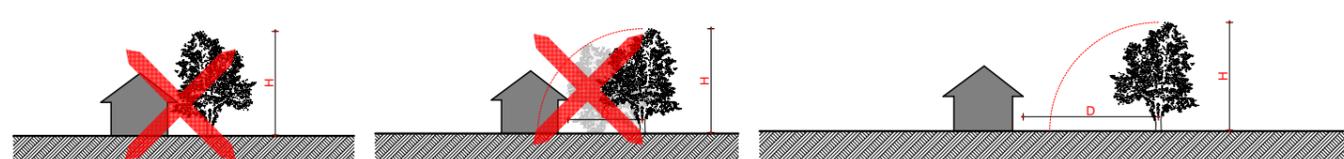
2 Proximidade as margens do Rio



As escolas precisam estar localizados a uma distância suficiente das latrinas, e áreas onde há contaminação. Isto é para evitar o risco de vetor (moscas, roedores, etc) de transmissão de infecções. Idealmente as fossas sépticas das latrinas devem ter um mínimo de 30m de algum edifícios habitável e pelo menos 50m de qualquer fonte de água, tais como poço, rio ou curso de água. Na realidade, especialmente em áreas urbanas pode não ser possível alcançar esse padrão, devido as restrições de propriedade do espaço.



3 Proximidade entre edifícios e Proximidade de edifícios a árvores e Conjunto de árvores



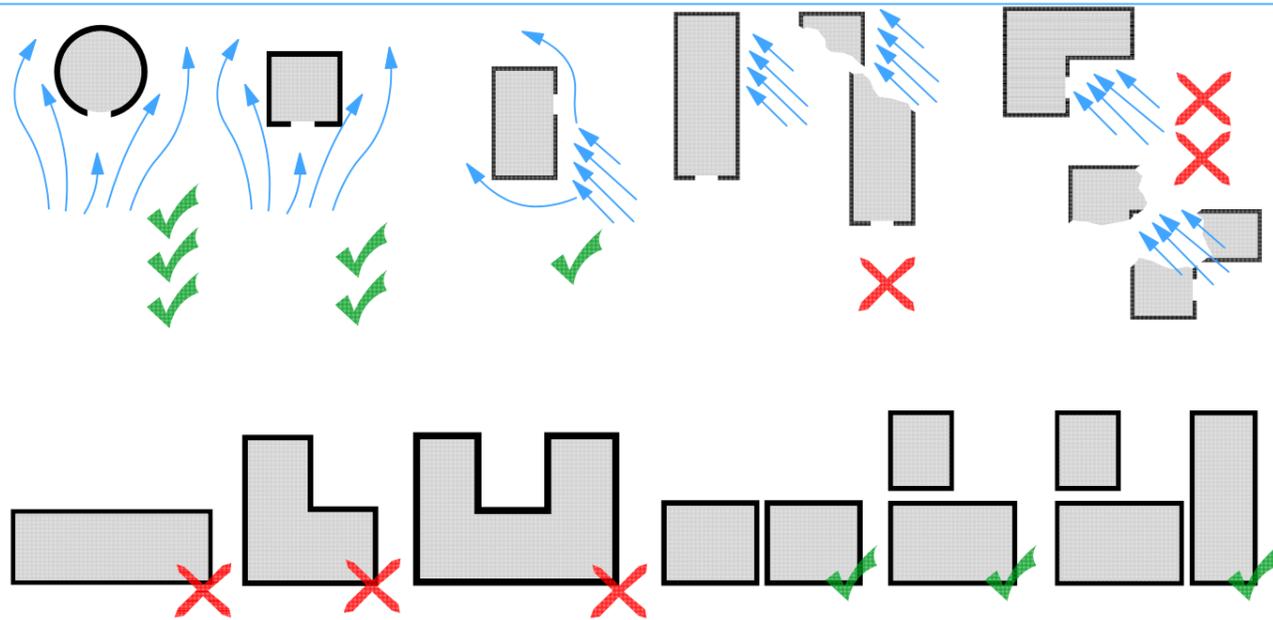
Bloqueios naturais de ventos como as árvores podem diminuir a exposição dos edifícios aos ventos, mas contudo, deve-se ter muita precaução pois estes (bloqueios naturais) podem constituir perigo às edificações, em caso de queda danificarão as edificações, dai que é recomendável que edificações se localizem afastadas das árvores e ou conjunto de árvores. Nas áreas propensas aos ventos fortes, árvores quebraventos podem ser usado para reduzir a velocidade do vento.



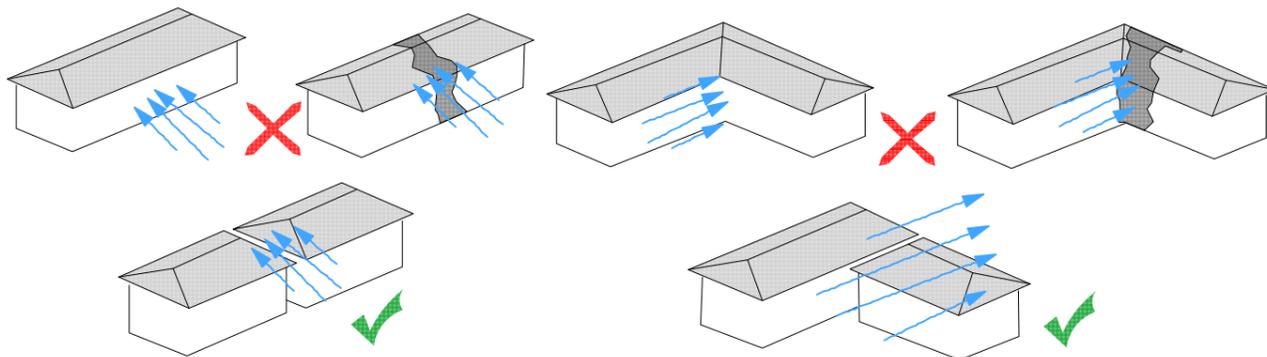
As edificações deverão localizar-se afastadas umas das outras de modo a evitar que quando uma delas cair destrua conseqüentemente a outra.

É aconselhável projectar edifícios simétricos de forma quadrangular, circular, ou rectangular cuja relação comprimento largura não seja superior a 1/3, isso quer dizer **CS3L**.

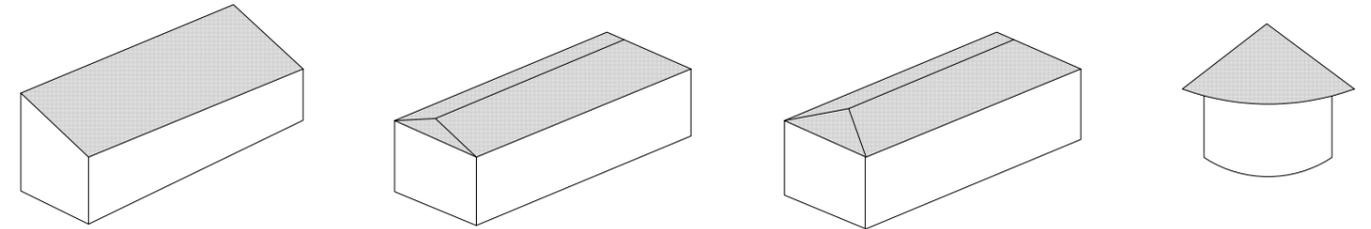
As paredes de forma simétrica e alinhada tornam as escolas mais fortes. Irregularidades da superfície exterior (por exemplo, beirais, pisos projectados, torres de escada) criam obstáculos ao fluxo do vento. Se forem necessárias irregularidades, reforçar as componentes estruturais e envolventes do edifício dentro dessas áreas. A velocidade do vento aumenta nos cantos devido à turbulência. Isto, por sua vez, aumenta a carga sobre a parte do edifício.



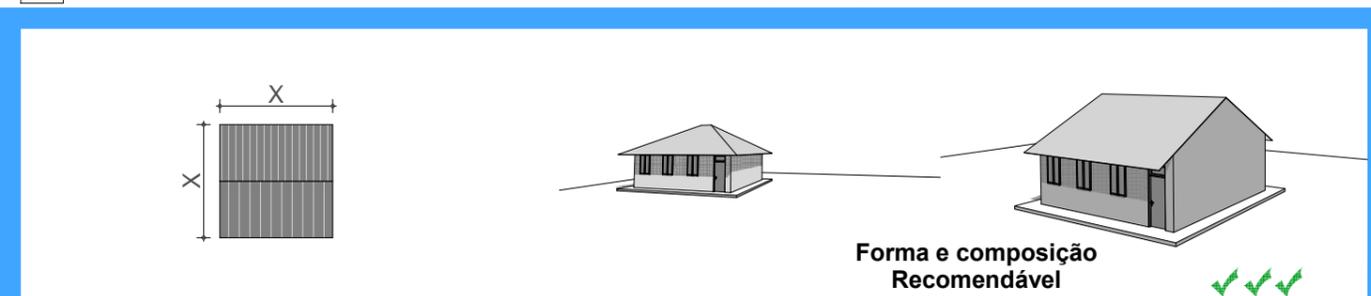
A assimetria dos elementos estruturais pode resultar em danos causados por forças de torção. Layouts estruturais, tais como U e edifícios em forma de L, ampliam estas forças de torção e seus cantos interiores são particularmente vulneráveis a danos. Estes tipos de estruturas devem ser evitados. Se tais esquemas são desejados, é preferível conceber várias construções simétricas distintas orientadas de tal forma que possam produzir resultados semelhantes



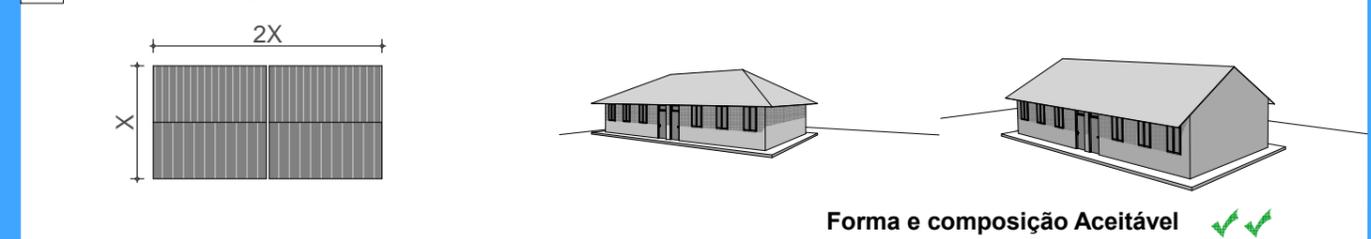
A cobertura é a parte mais vulnerável à acção do vento. Portanto, as coberturas de uma água e a de duas são as que mais se expõe perante à acção dos ventos. As mais adequadas para a situação de ventos são as cónicas e às de quatro águas.



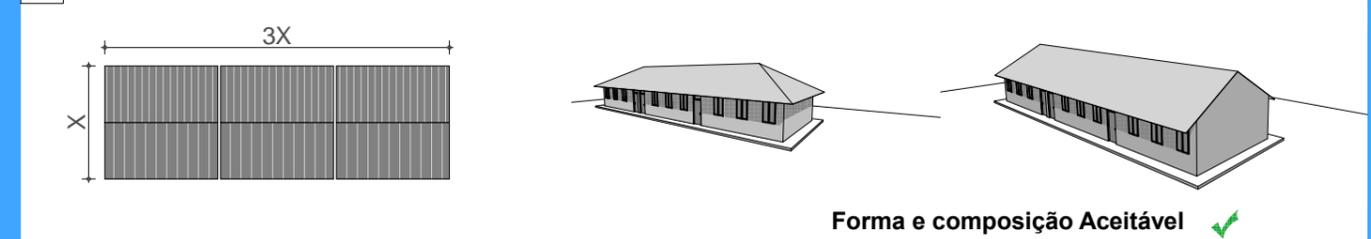
1 Forma simétrica - 1 Sala de aulas Cobertura em quatro águas Cobertura em duas águas



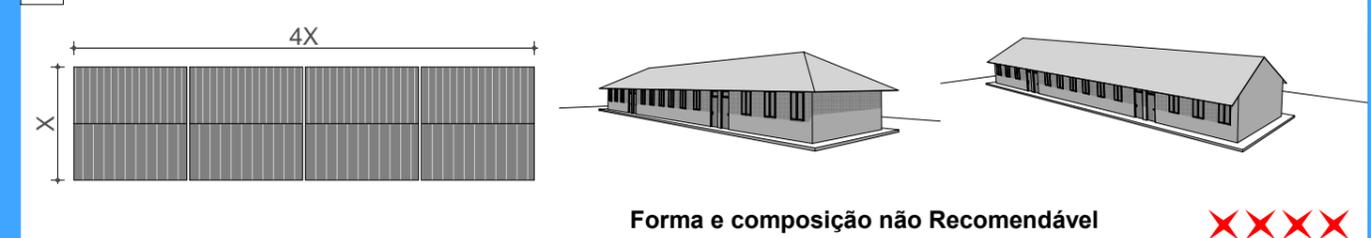
2 Forma Rectangular - composição 2 Salas Cobertura em quatro águas Cobertura em duas águas



3 Forma Rectangular - composição 3 Salas Cobertura em quatro águas Cobertura em duas águas



4 Forma Rectangular - composição 4 Salas Cobertura em quatro águas Cobertura em duas águas



A elaboração das medidas técnicas foi baseada nos pontos vulneráveis identificados nos edifícios escolares existente no país associado a uma análise do projecto tipo.

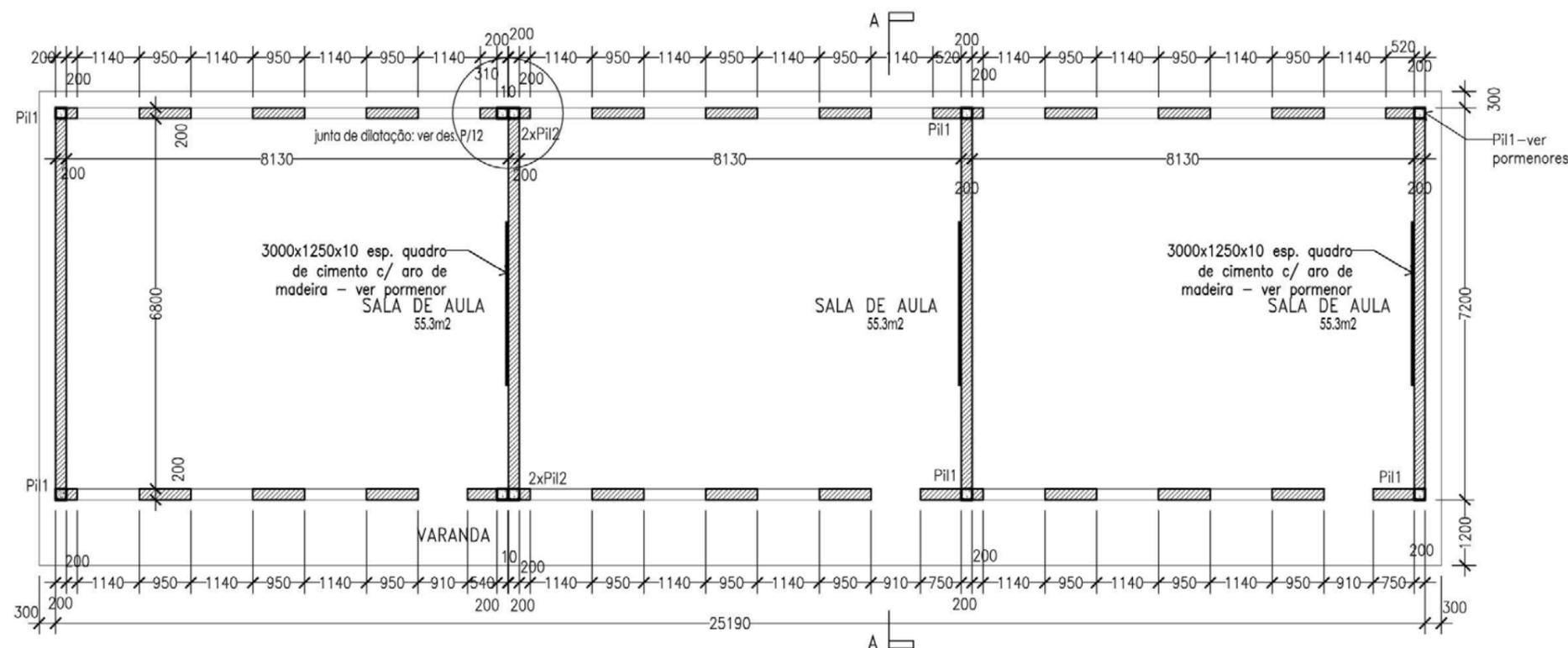
O projecto tipo conhecido como "**Antiga Metodologia**" foi o modelo que marcou a ascensão da construção escolar em Moçambique através do Programa de Construção Acelerada de Salas de Aulas e apresentam mais impactos causados pelas ameaças naturais como Ciclones, Cheias, Sismos e Secas.

Existe várias variantes do Projecto tipo dependo das necessidade dos espeços da escola a ser construída. Com base nestas variantes são escolhidas os edifícios que constituirão o conjunto escolar. São as variantes:

- » edifício de duas salas de aulas,
- » edifício de duas salas de aulas com dois gabinetes,
- » **edifício de três salas de aulas,**
- » edifício de três salas de aulas com dois gabinetes
- » edifício de duas salas de aulas com gabinetes, armazém, arrumo, secretaria e sala de professores,
- » edifício administrativo
- » casa para professores
- » latrinas / casa de banho

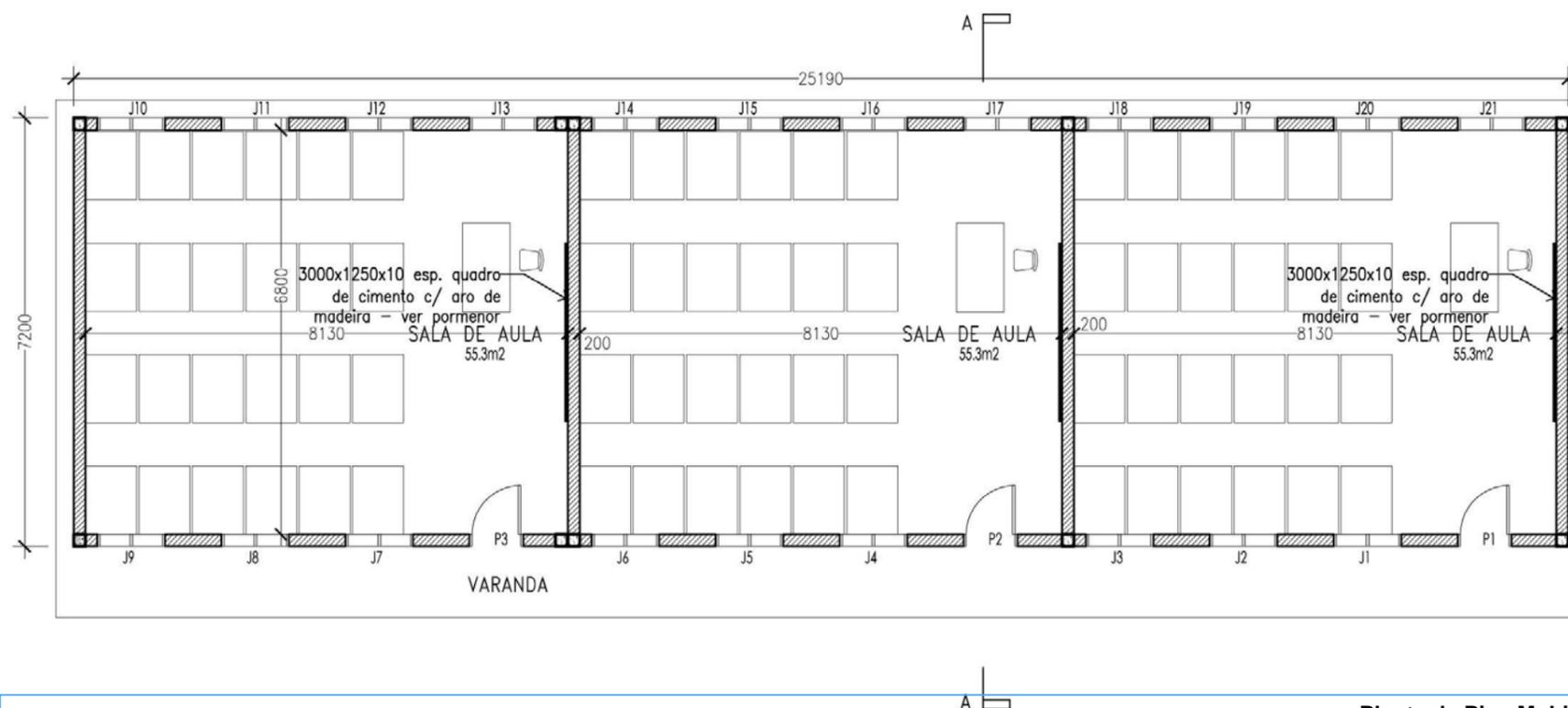
Os edifícios foram desenvolvidos com base numa unidade quadrangular dimensão aproximada de 7x8m que corresponde as dimensões de uma sala de aula, num contexto de uso de materiais e técnicas de construção convencionais, com cobertura de duas águas assente sobre uma estrutura de madeira.

Os desenhos arquitectónicos da antiga metodologia aqui apresentados são referentes a um edifício de três salas de aulas, que é o predominantemente construído pelo país, apesar de também existir edifícios construídos de quatro e cinco salas de aulas como variantes mas que não foram previstos no Projecto Tipo.



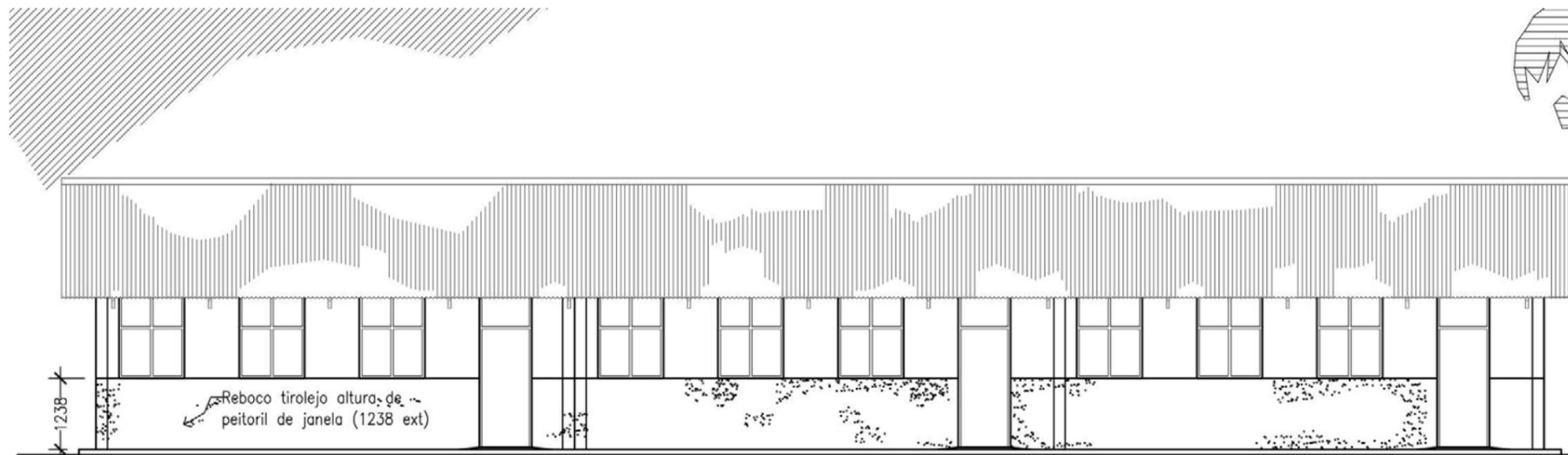
Planta de Piso Cotada

Projecto da Antiga Metodologia - Programa de Construção Acelerada



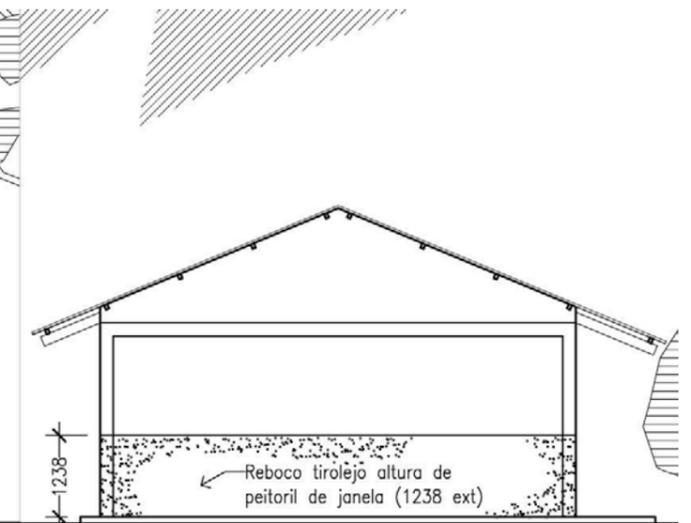
Planta de Piso Mobilada

Projecto da Antiga Metodologia - Programa de Construção Acelerada



Alçado Frontal

Projecto da Antiga Metodologia - Programa de Construção Acelerada



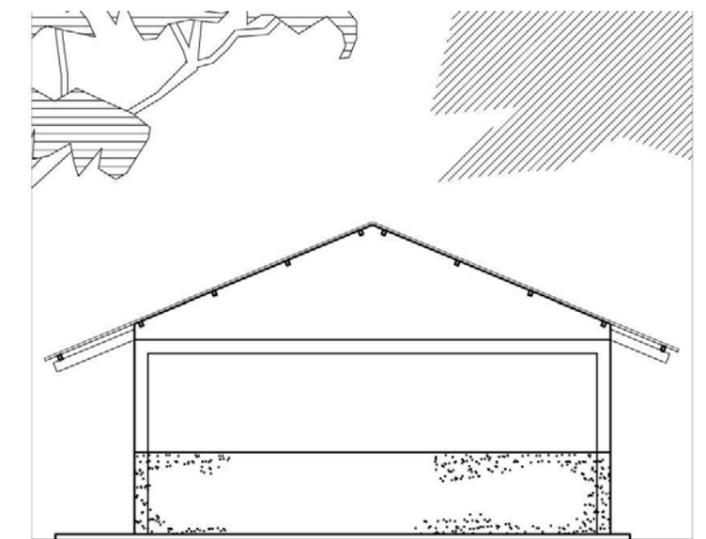
Alçado Lateral Esquerdo

Projecto da Antiga Metodologia - Programa de Construção Acelerada



Alçado Posterior

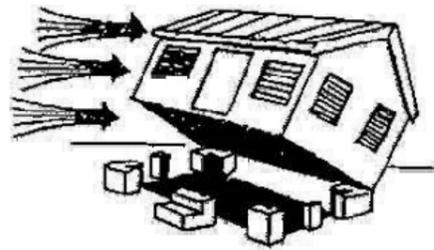
Projecto da Antiga Metodologia - Programa de Construção Acelerada



Alçado Lateral Direito

Projecto da Antiga Metodologia - Programa de Construção Acelerada

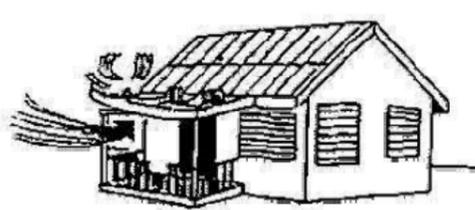




O Edifício pode ser derrubado pela acção do vento



A cobertura pode ser levantada pela a acção do vento

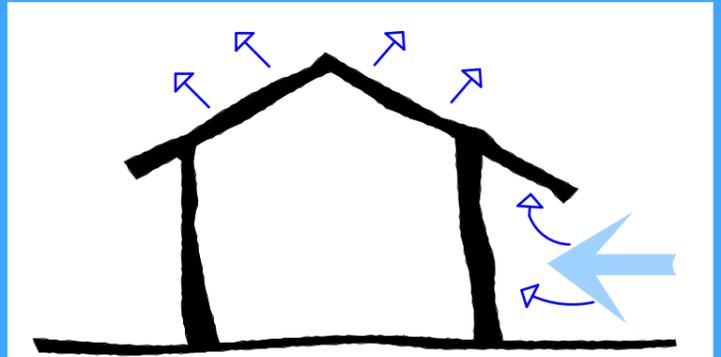


A pressão do vento pode levantar a varanda e destruí-la

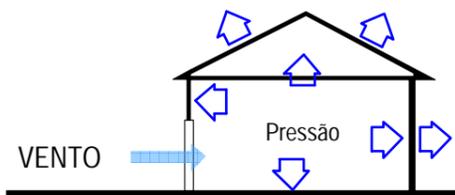


A chuva que acompanha pode inundar a casa

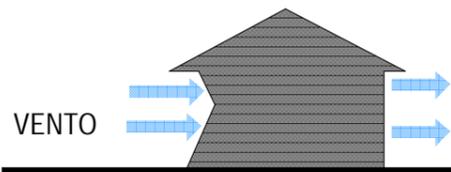
Quanto mais uma construção estiver fechada e de forma compacta, tanto menor é o efeito de destruição provocado pelos ventos



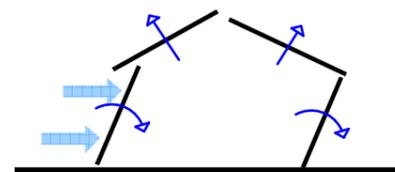
A acção dos ventos ciclónicos nas construções provoca um efeito de pressão e/ou sucção sobre as superfícies do edifício



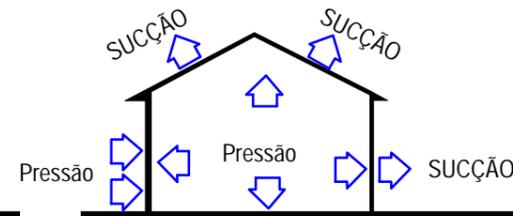
O vento produz uma pressão que empurra as paredes mais expostas do edifício e as paredes opostas são puxadas pelo efeito de sucção



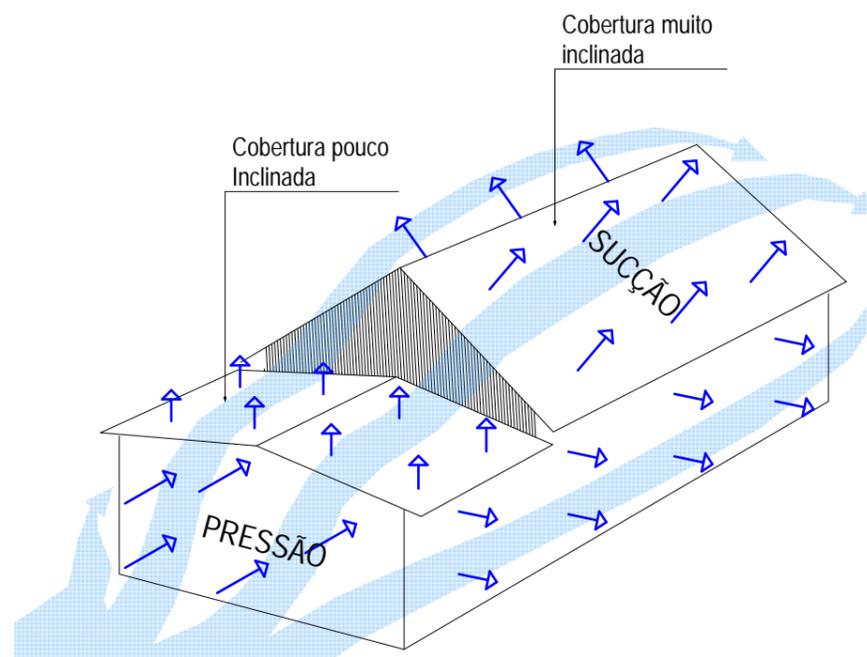
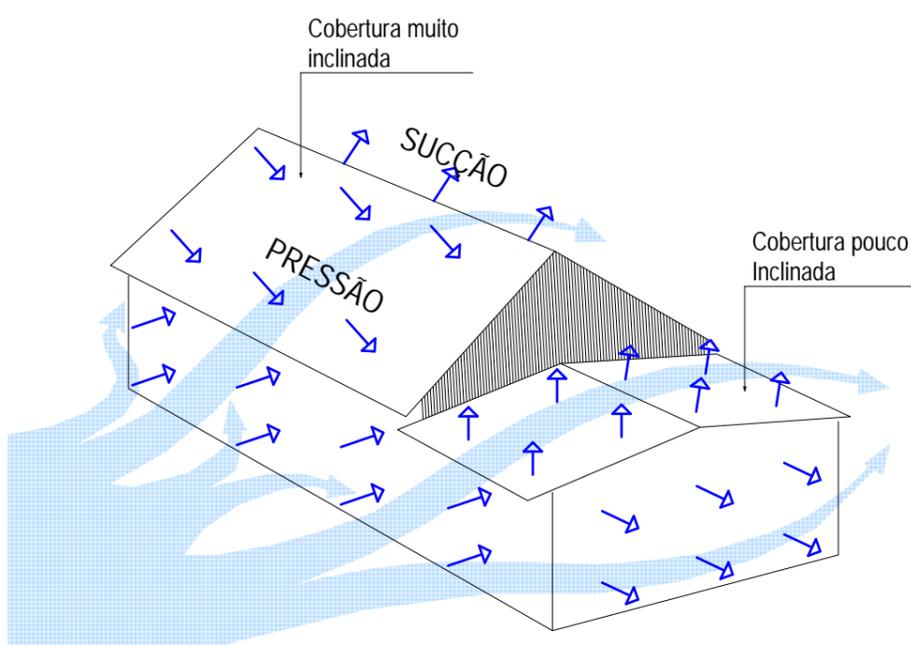
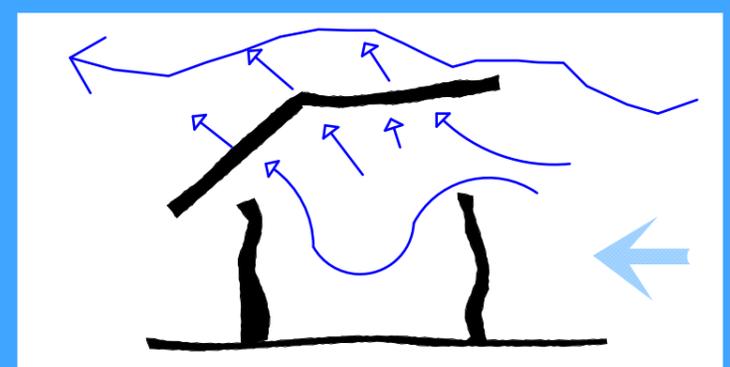
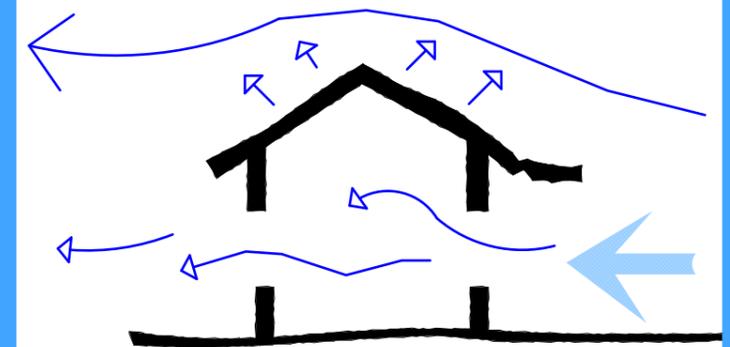
A parede oposta pode cair pela pressão que o vento produz

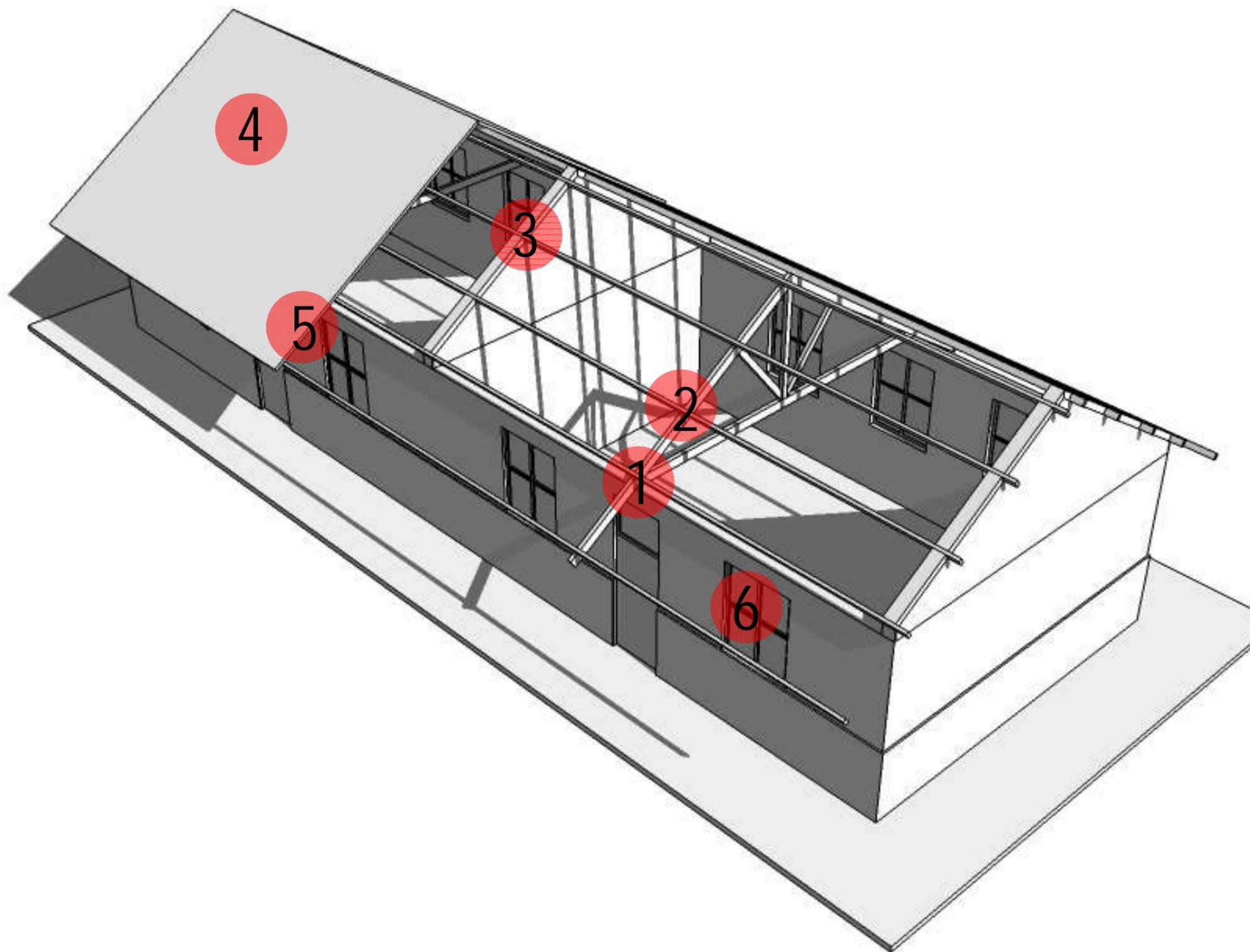


Se as fundações não estão bem amarradas o edifício pode inclinar-se e cair pela acção do vento

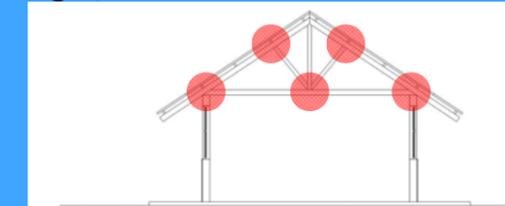


Aberturas correspondentes em paredes opostas podem reduzir a pressão do vento

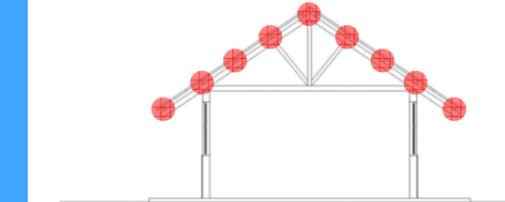




1 Ligação entre Asna e Parede, e Ligação entre elementos da Asna



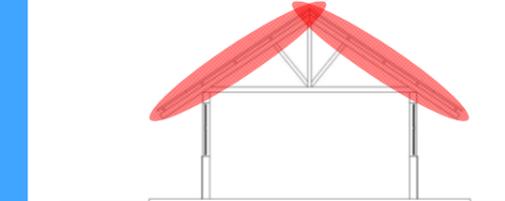
2 Ligação entre Barrote e Asna



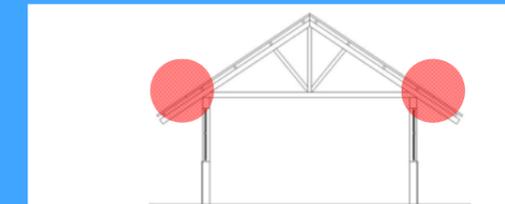
3 Ligação entre Barrote e a parede de empena



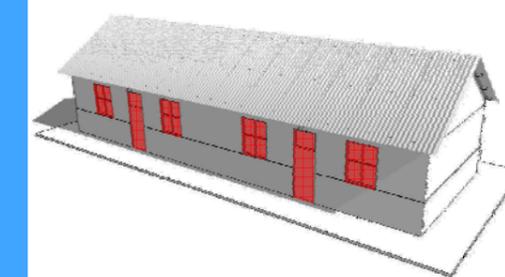
4 Fixação da Chapa de Cobertura



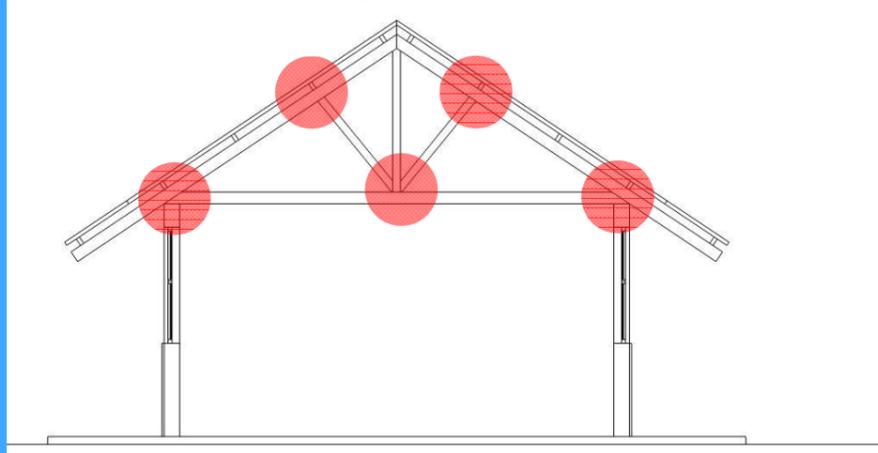
5 Prolongamento da Varanda e do Beirado



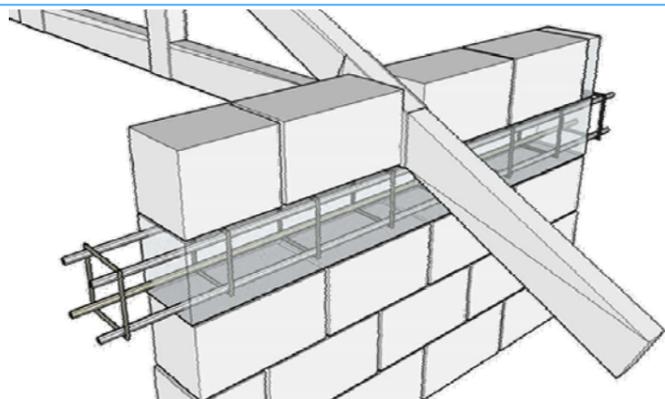
6 Protecção de Portas e Janelas



SITUAÇÃO ACTUAL



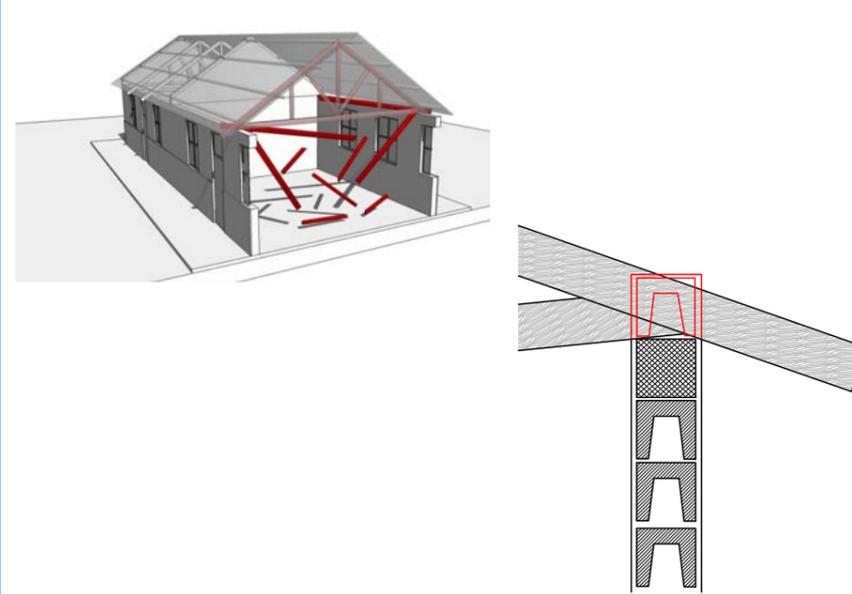
Actualmente as asnas são apoiadas directamente sobre a última fiada da alvenaria ou sobre a viga de coroamento e terminadas com uma fiada de blocos. As asnas ficam empalmadas entre os blocos que garantem o fechamento entre o espaço existente com a chapa de cobertura.



Nota-se falta de conexões ou conexões mal executas e uso de elementos de conexão cujo material não garante rigidez a estrutura da asna.



DANOS TÍPICOS

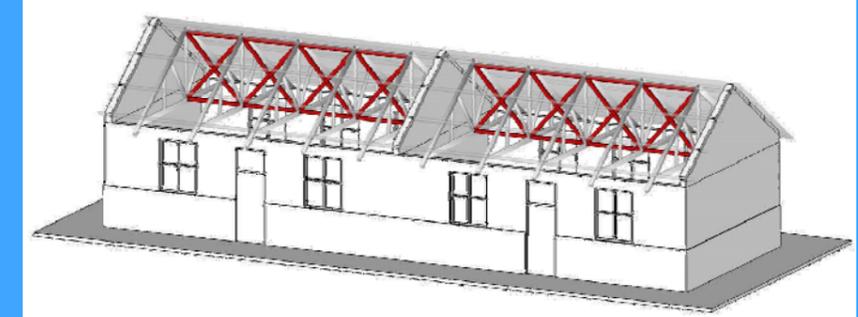


Quando a asna não é reforçada, ela colapsa pela acção da pressão do vento, portanto, a força dos ventos fortes sobre a estrutura da cobertura podem fazer inclinar as asnas podendo até estas caírem.

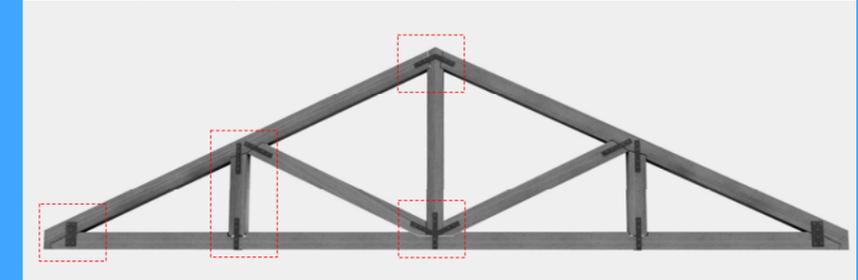


SOLUÇÕES RECOMENDADAS

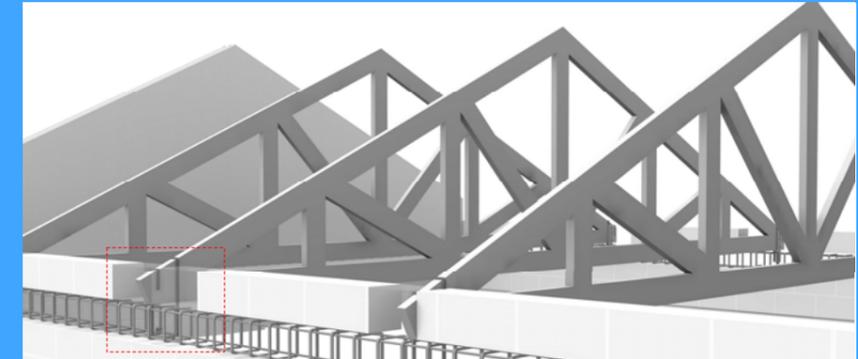
1. Aumentar o número de asnas e Reforçar com diagonais



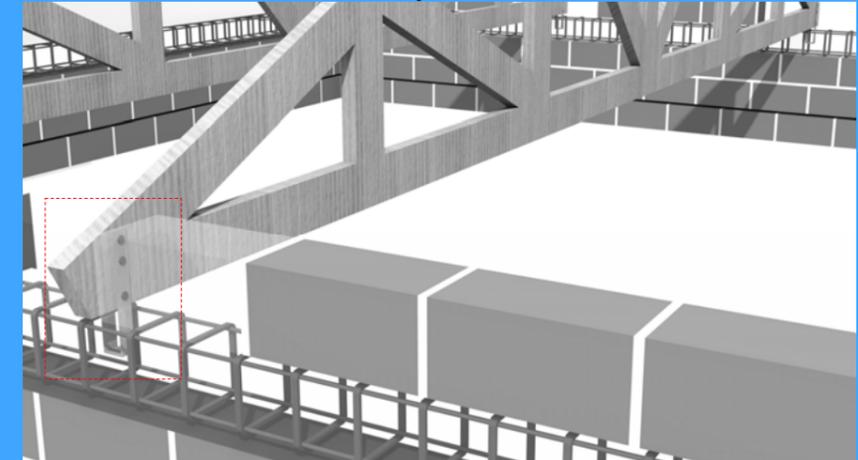
2. Reforçar a ligação entre os elementos da Asna

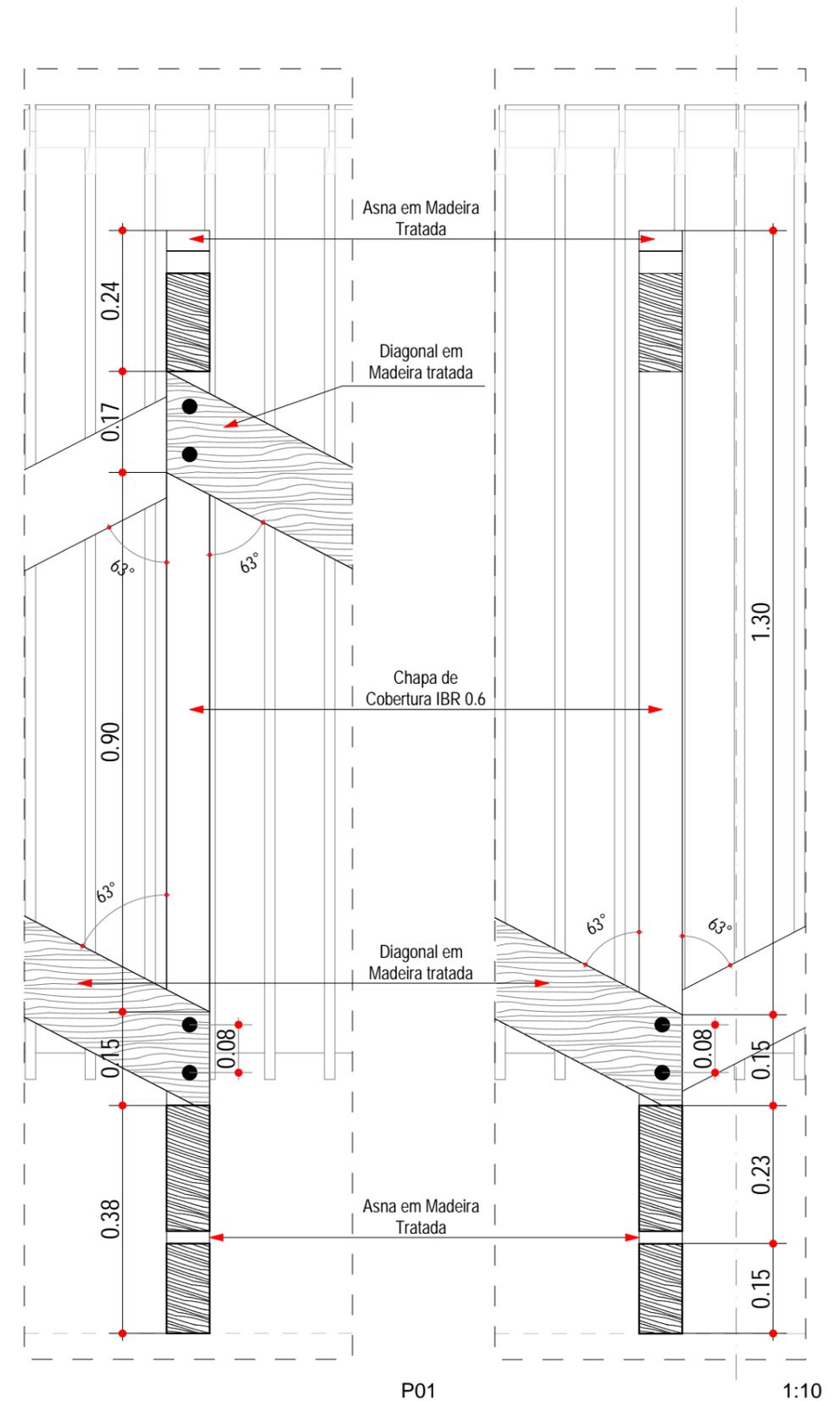
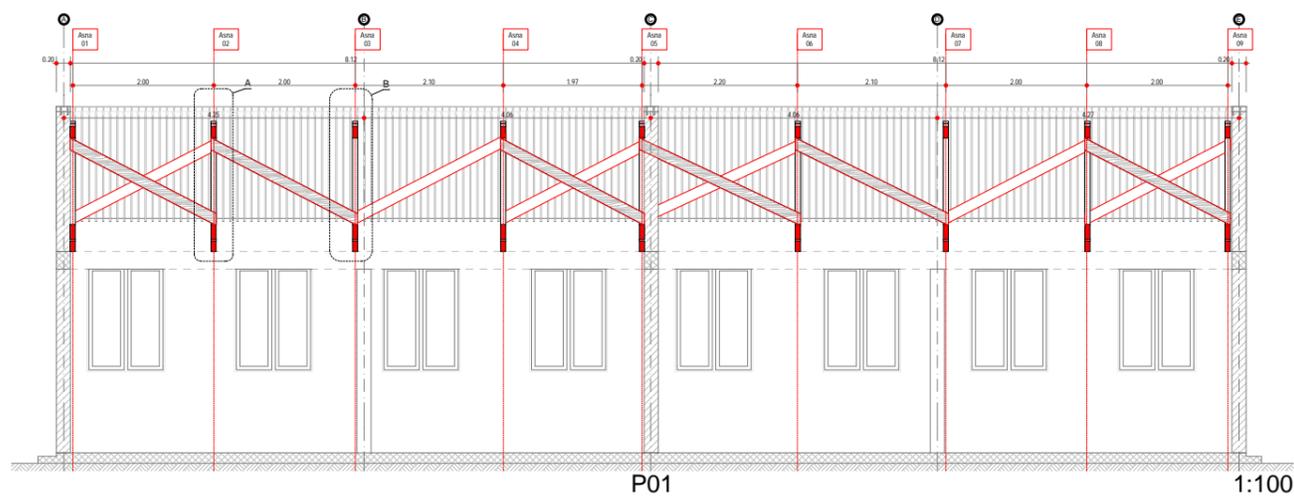
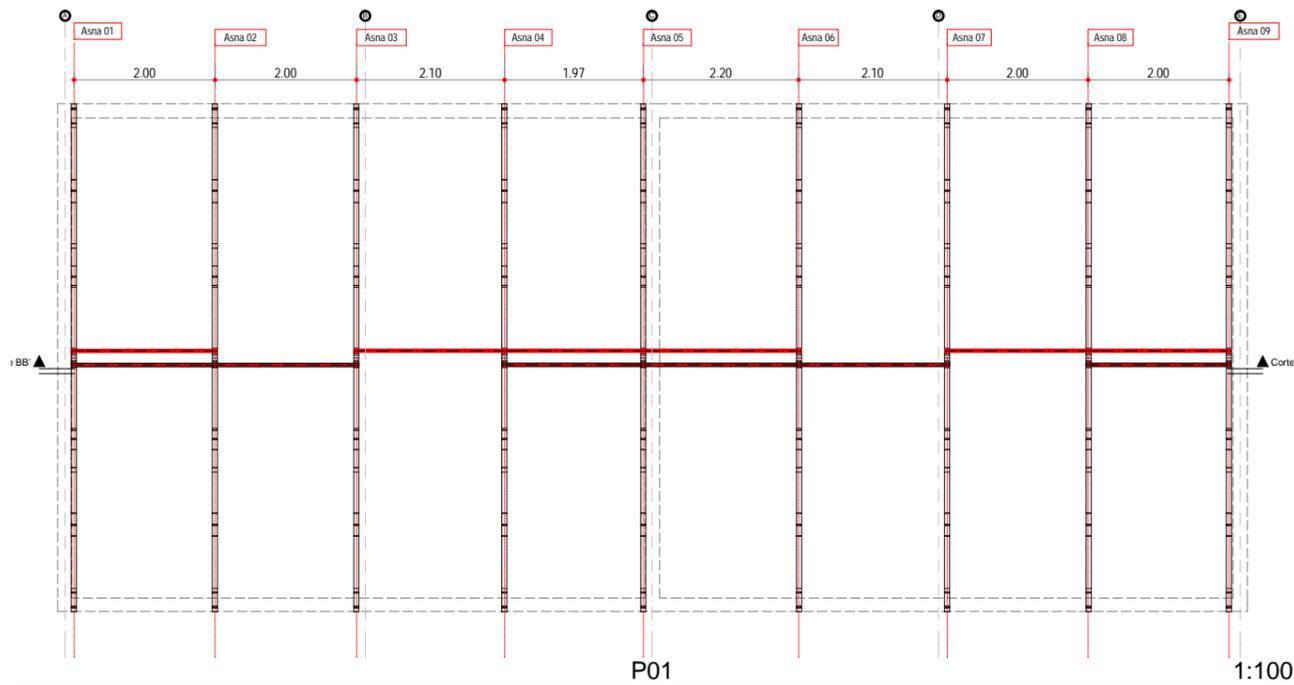
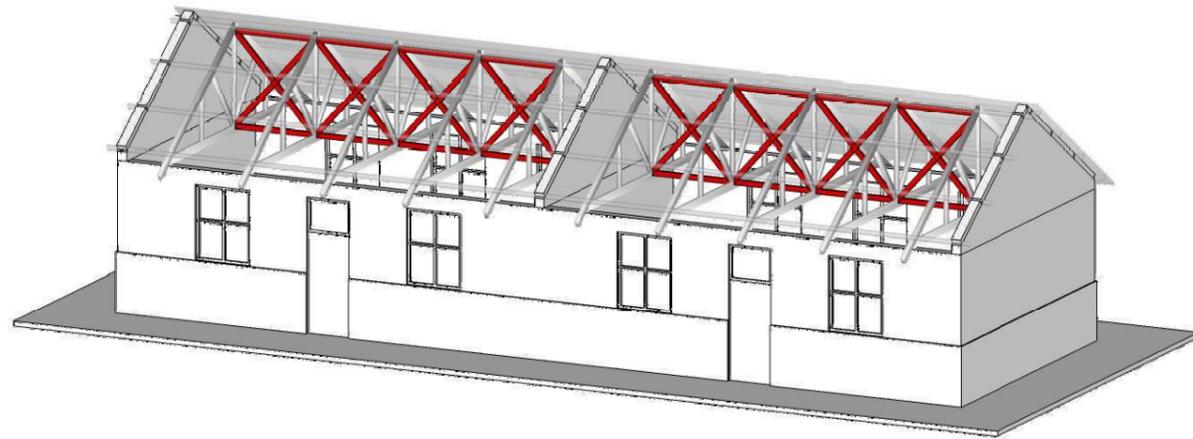


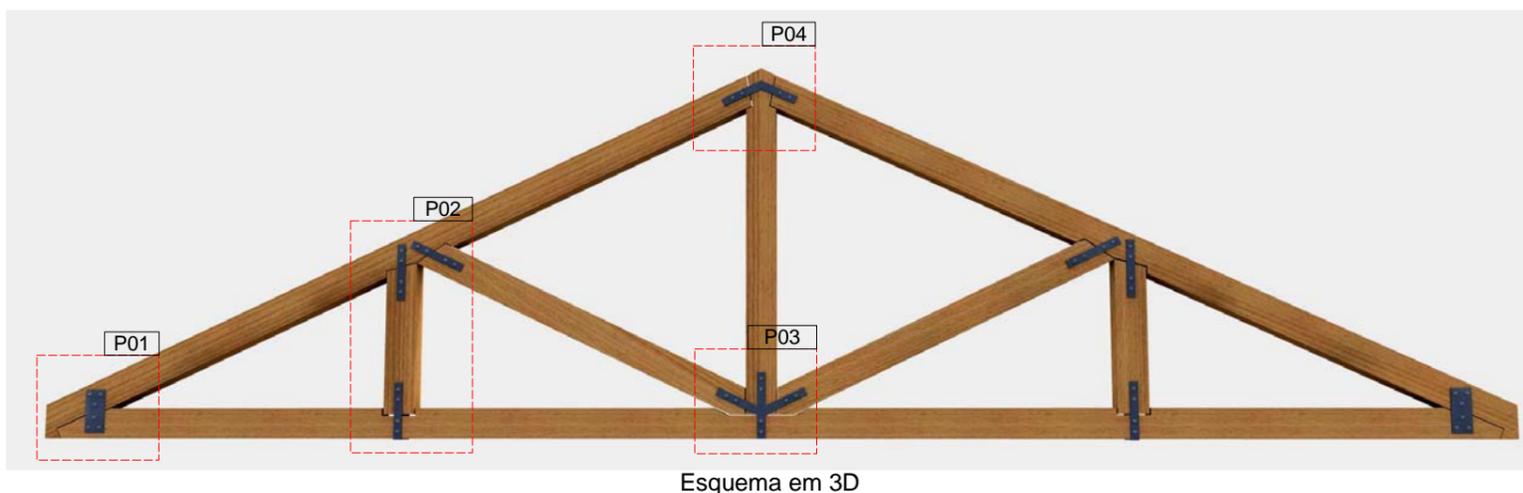
3. Encastrar Asna com Varão de 6mm



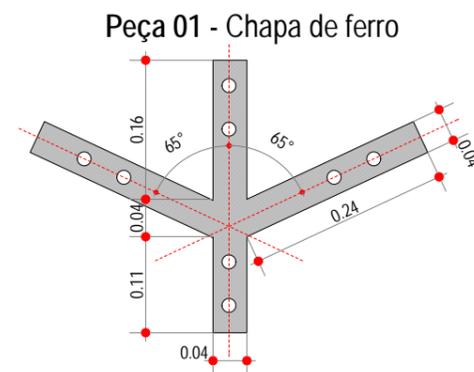
4. Encastrar Asna com Chapa de ferro



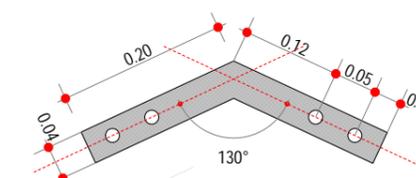




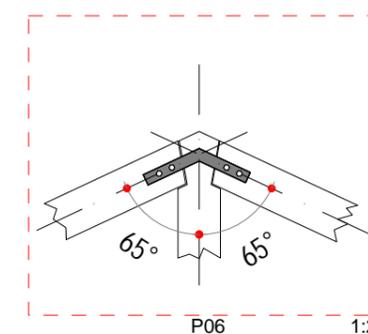
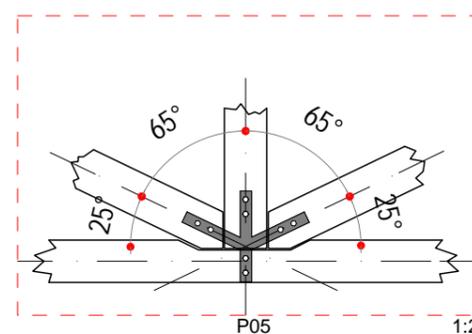
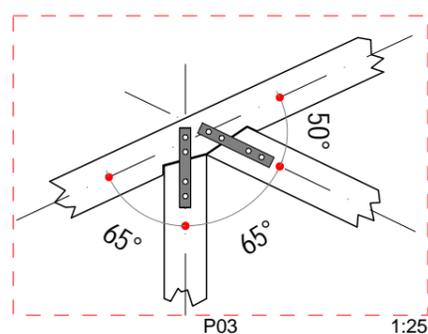
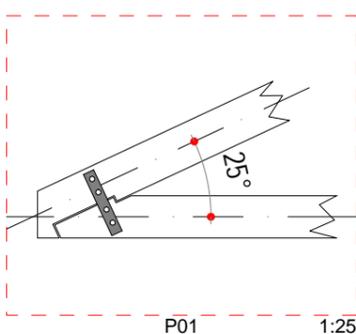
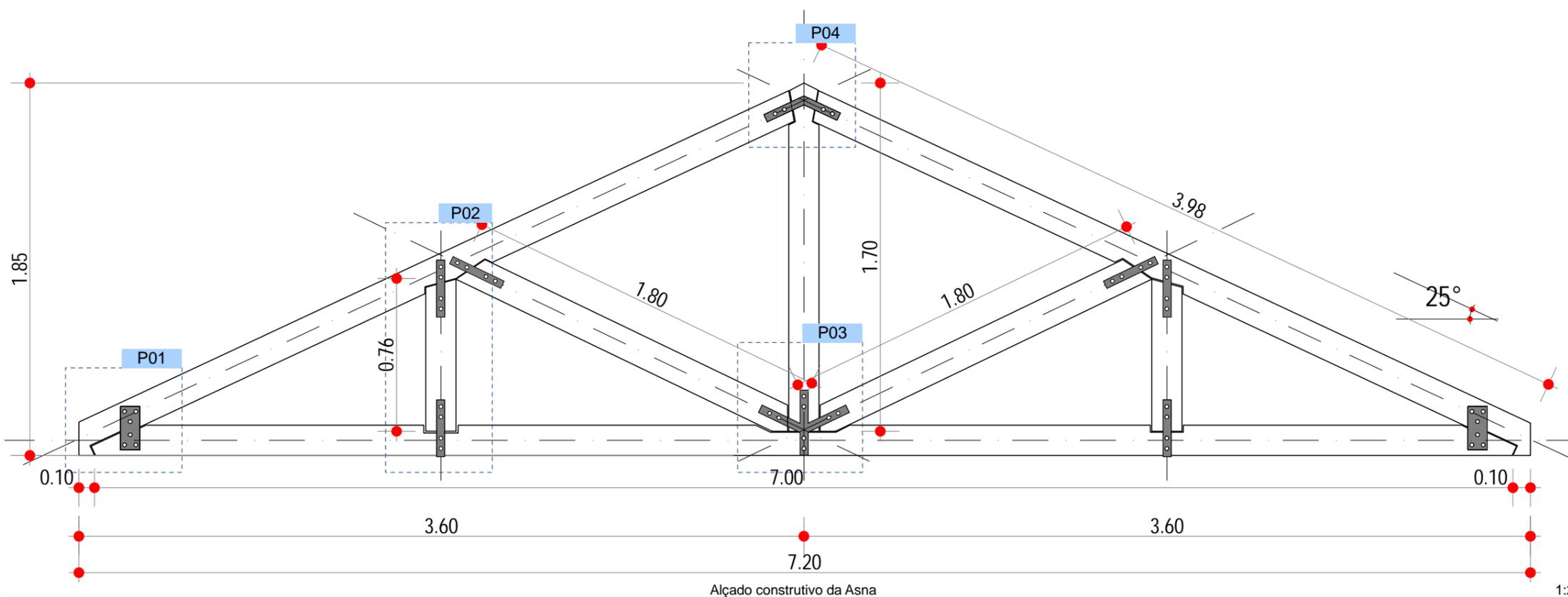
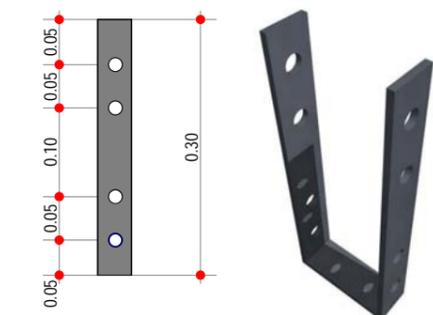
Como dimensões mínimas a Asna em madeira para as salas de aulas deve ser construída com prancha de madeira de 150x50mm e conectadas com peças em chapa lisa de ferro de 4mm de espessura.



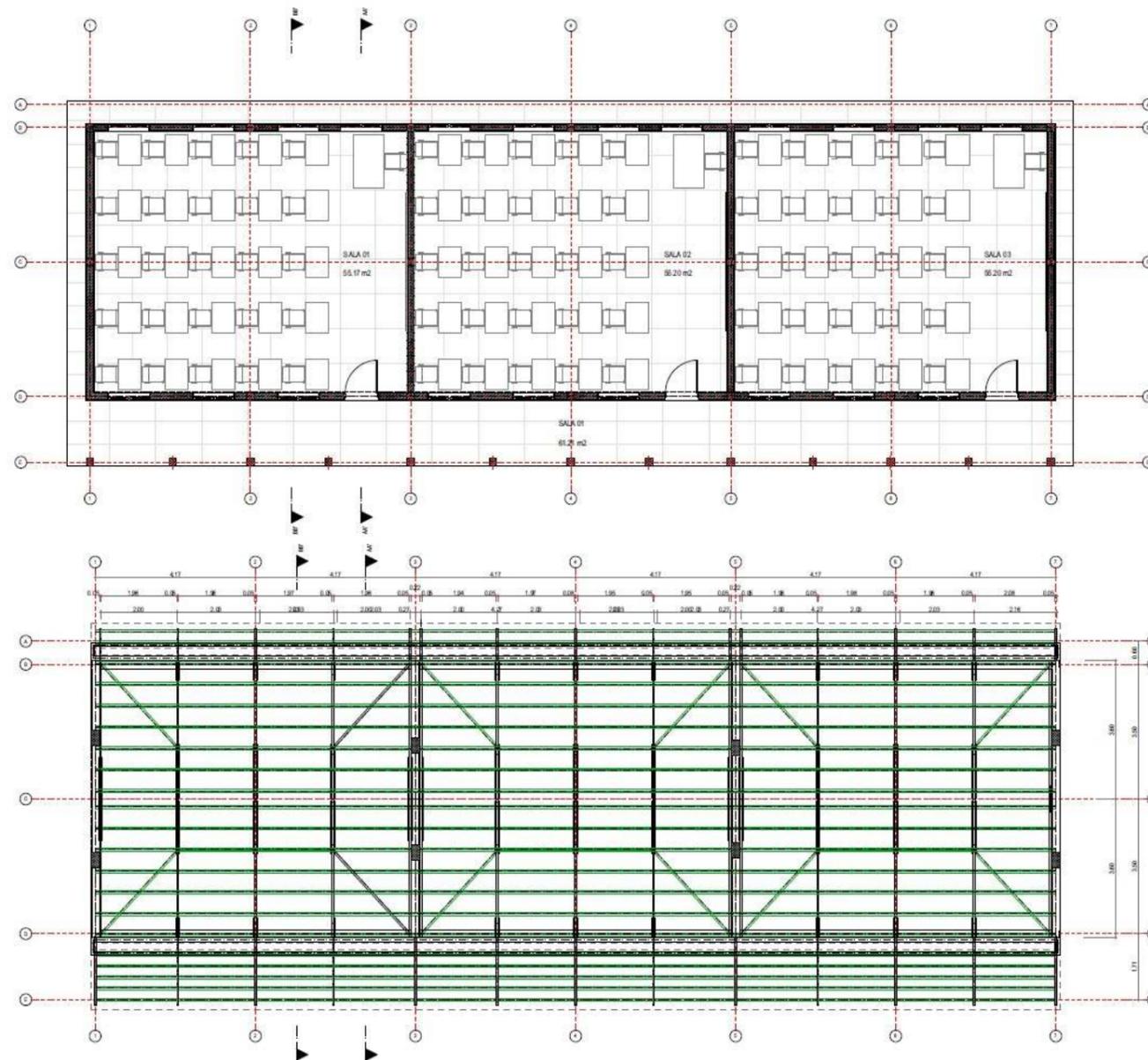
Peça 02 - Chapa de ferro



Peça 03 - Chapa de ferro



1. MODELAÇÃO DA ESTRUTURA COM BASE NA ARQUITECTURA



2. PARÂMETROS

- a) Velocidade do Vento = 198km/h
- b) Flecha (distância desde a linha inferior até à cumeeira) = 1,63m
- c) Vão (distância entre os eixos dos apoios) = 7,00m
- d) Espaçamento entre as asnas = 2,00m
- e) Espaçamento entre as madres = 1,20m
- f) Ângulo de inclinação da cobertura = 25°
- g) Peso médio da asna (Ver notas abaixo) = 11,3 kg/m
- h) Peso aproximado das chapas e madres de madeira (Tabela 3) = 20kg/m²

Notas:

A - A estimativa do peso aproximado de asnas de madeira foi efectuada com base na fórmula $g = 2,5 (1 + 0,5 L)$ (Tabela 10), onde L é o vão da asna. Esta expressão só é válida para asnas com espaçamentos entre 2,5 e 4,5 metros.

B - O peso da asna (e doutros elementos da cobertura) pode ser desprezado na determinação dos valores das cargas que afectam a estrutura, uma vez que actua contra as forças que tendem a levantar a cobertura.

C - Outras possíveis sobrecargas são também ignoradas, atendendo que perante uma situação de ventos extremos a presença de pessoas ou outras cargas gravíticas por cima da cobertura é pouco provável.

3. MODELO DE CARREGAMENTO E VALORES DAS CARGAS

Acção do Vento (Tabela 13):

- Face **d**: $C_e = 0,03 \times 25^\circ - 1 = -0,25$
- Face **e**: $C_e = -0,50$

Notas:

D - O sinal negativo dos coeficientes C_e obtidos significa que o vento tende a levantar a cobertura (sucção), razão pela qual o peso próprio da estrutura joga a favor da resistência, daí recomendar-se que seja ignorado na determinação do valor das cargas actuantes.

E - Dependendo do ângulo de inclinação da cobertura, o coeficiente relativo à face **d** pode resultar positivo (pressão), mantendo-se a sucção na outra face. Neste caso já não se aplica a recomendação de ignorar as cargas gravíticas devidas ao peso próprio da cobertura.

- Velocidade do Vento:

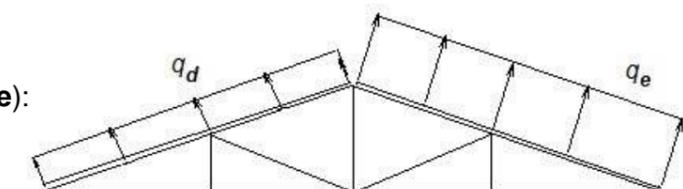
$$V_{max} = 198 \times (1000/3600) = 55\text{m/s}$$

- Pressão do Vento:

$$p_v = v^2 / 16 = 2500/16 = 189\text{kg/m}^2$$

- Carga sobre a face mais exposta (Face **e**):

$$q_e = -0,5 \times 189 = -95 \text{ kg/m}^2 \text{ (sucção)}$$



4. VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA DAS MADRES

- Secção da madre de madeira: $h = 75 \text{ mm}$; $b = 50 \text{ mm}$
- Largura de influência de cada madre (é igual ao espaçamento entre as madres) = **1,2 m**
- Carga actuante em cada madre: $q_{\text{madre}} = 1,2 \times 95 = 114 \text{ kg/m}$
- Tensões máximas admissíveis à flexão (Tabela 138) = 110 kgf/cm^2
- Tensões máximas admissíveis ao corte (Tabela 138) = 70 kgf/cm^2
- Esforço de flexão em cada madre: $M_{\text{max}} = (q_{\text{madre}} \times L_m^2)/8$
 $M_{\text{max}} = (114 \times 2^2)/8 = \mathbf{57 \text{ kgm}}$
- Esforços de corte em cada madre: $T_{\text{max}} = (q_{\text{madre}} \times L_m)/2$
 $T_{\text{max}} = (95 \times 2)/2 = \mathbf{95 \text{ kgf}}$

Notas:

F - Nas expressões acima, L_m é o vão da madre, isto é, a distância entre os seus apoios, que é igual ao espaçamento entre as asnas.

G - As expressões acima utilizadas para o cálculo de M_{max} e T_{max} só são aplicáveis quando se considera que cada madre, no intervalo entre asnas, é independente das madres vizinhas. Uma vez que frequentemente as madres são contínuas, esta é uma simplificação que coloca a estrutura do lado da segurança (sobredimensionamento). Por esta razão, não é admissível que sejam executadas juntas de diferentes peças de madres em secções que não coincidam com os seus apoios sobre as asnas.

4.1. Características Geo-mecânicas da secção rectangular da madre

- Momento de Inércia: $I_{xx} = (b \times h^3)/12 = (5 \times 7,5^3)/12 = 176 \text{ cm}^4$
- Módulo de flexão: $W_{xx} = I_{xx}/(h/2) = 2 \times 176/7,5 = 47 \text{ cm}^3$

4.2. Verificação da Resistência

Tensões instaladas (flexão): $\sigma_{\text{max}} = M_{\text{max}}/W_{xx}$

$\sigma_{\text{max}} = 5700 / 47 = 121 \text{ kg/cm}^2$ (As tensões instaladas nas madres ultrapassam o limite máximo de 110 kg/cm^2)

CONCLUSÃO: A secção rectangular de $75 \times 50 \text{ (mm)}$ não resiste. Deve-se escolher uma secção maior.

4.3. Dimensionamento da Nova Secção

$W_{\text{nec}} = M_{\text{max}} / \sigma_{\text{max}} = 5700/110 = 52 \text{ cm}^3$

Deve-se procurar entre as peças de madeira disponíveis no mercado, uma secção que tenha W_{xx} superior ao W_{nec} .

Notas:

H - Na utilização das expressões de cálculo de tensões e outras variáveis que intervêm nos cálculos, deve-se prestar muita atenção à compatibilização das unidades. Note-se, por exemplo, que nos cálculos acima efectuados, os Momentos flectores M_{max} que antes vinham expressos em kgm , foram convertidos para kgcm (passando de 57 para 5.700) de modo a harmonizá-los com as unidades do Módulo de Flexão (cm^3).

Momentos de Inércia e Módulos de Flexão de Barras de Madeira para Madres

Carpintarias Diversas				Construa			
Secções		$I_{xx} \text{ (cm}^4\text{)}$	$W_{xx} \text{ (cm}^3\text{)}$	Secções		$I_{xx} \text{ (cm}^4\text{)}$	$W_{xx} \text{ (cm}^3\text{)}$
B	H			B	H		
50	75	176	47	50	80	213	53
50	150	1406	188	50	110	555	101
50	150	3333	333	50	150	1406	188
75	200	5333	533	50	200	3333	333
				80	200	5000	500

Para o presente caso a secção escolhida tem dimensões $50 \times 80 \text{ (mm)}$ e consta no catálogo da Construa (vide Tabela acima).

4.4. Verificação da Resistência ao Corte

$\tau = 3/2 \times (T_{\text{max}}/A_{\text{madr}})$, onde A_{madr} é a area da secção transversal da madre:

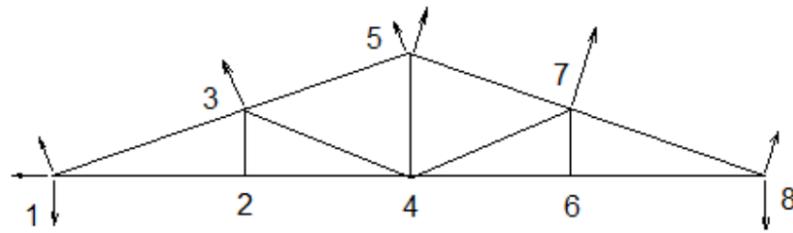
$A_{\text{madr}} = 5 \times 8 = 40 \text{ cm}^2$

$\tau = 3/2 \times (95/40) = 3,6 \text{ kg/cm}^2$

A RESISTÊNCIA AO CORTE TAMBÉM ESTÁ ASSEGURADA!

5. CÁLCULO DOS ESFORÇOS QUE ACTUAM NAS ASNAS

5.1. Cargas nos nós da Asna



- Largura de influência de cada Asna interior:
 $L_{inf} = 2,0 \text{ m}$
- Acção do vento na superfície esquerda:
 $q_e = -0,25 \times 189 \times 2 = -95 \text{ kg/m}$
- Acção do vento na superfície direita:
 $q_d = -0,50 \times 189 \times 2 = -190 \text{ kg/m}$

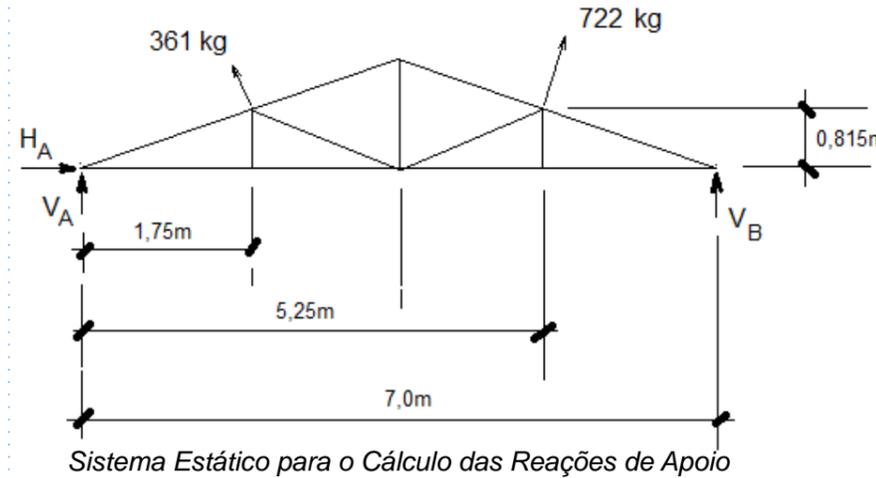
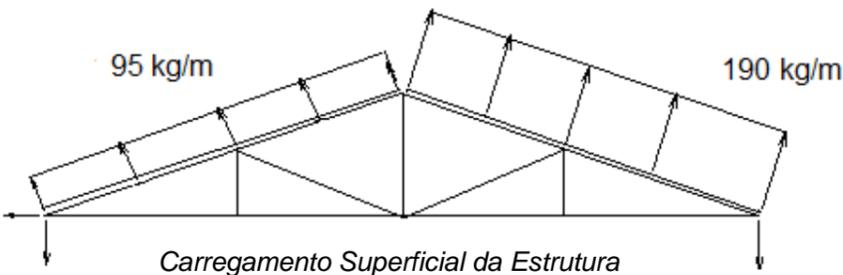
Cargas concentradas nos nós (Superfície esquerda):

- Nós extremos (1 e 5): $P_i = -95 \times 1,9/2 = 90,25 \text{ kgf}$
- Nós intermédio (3): $P_3 = -95 \times 1,9 = 180,5 \text{ kgf}$

Cargas concentradas nos nós (Superfície direita):

- Nós extremos (5 e 8): $P_j = -190 \times 1,9/2 = 180,5 \text{ kgf}$
- Nós intermédio (7): $P_7 = -190 \times 1,9 = 361 \text{ kgf}$

5.2. Cálculo dos esforços axiais nas Barras



Notas:

J - Para facilitar a composição das equações de equilíbrio estático a partir das quais se obtêm as reacções de apoio, as cargas distribuídas em cada face da estrutura são substituídas pelas suas respectivas resultantes, obtidas pela multiplicação do valor da carga pelo vão sobre o qual ela actua. Note-se que a posição da resultante deve coincidir com o centro de gravidade da forma geométrica da carga distribuída, que no caso da forma rectangular encontra-se exactamente a metade do comprimento.

Processo de Cálculo das Reacções de Apoio da Asna:

$$\Sigma M_{(apoioA)} = 0 = 0,815 \times 361 \times \text{sen } 25^\circ + 1,75 \times 361 \times \text{cos } 25^\circ + 5,25 \times 722 \times \text{cos } 25^\circ - 0,815 \times 722 \times \text{sen } 25^\circ + 7 \times V_B$$

$$V_B = 1/7 (-124,34 - 572,56 - 3435,36 + 248,68) = -554,8 \text{ kgf } (a)$$

$$\Sigma F_{\text{verticais}} = 0 \Rightarrow V_A = 554,8 - 361 \times \text{cos } 25^\circ - 722 \times \text{cos } 25^\circ$$

$$V_A = -426,7 \text{ kgf}$$

$$\Sigma F_{\text{horizontais}} = 0 \Rightarrow H_A = 361 \times \text{sen } 25^\circ - 722 \times \text{sen } 25^\circ$$

$$H_A = -152,6 \text{ kgf}$$

(a) - carga que actua nas vigas, nos pontos de apoio onde não existem pilares sob as asnas

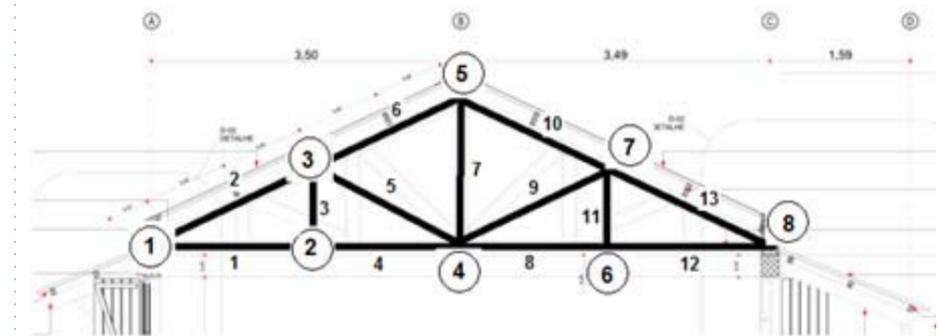
Cálculo dos Esforços Axiais nas Barras:

Notas:

K - Havendo à disposição um programa automático de cálculo de esforços em estruturas articuladas, podem ser utilizados os dados geométricos da asna (coordenadas dos nós e comprimentos das barras) e de carregamento, como meio auxiliar para assegurar rapidez e precisão no cálculo.

Geometria da Estrutura
(coordenadas dos nós e comprimentos das barras)

Nós	Coordenadas (m)		Barras	Comprimentos (m)
	X	Y		
1	0	0	1 a 2	1.75
			1 a 3	1.93
2	1.75	0	2 a 1	1.75
			2 a 3	0.815
3	1.75	0.815	2 a 4	1.75
			3 a 1	1.93
4	3.5	0	3 a 2	0.815
			3 a 4	1.93
5	3.5	1.63	3 a 5	1.93
			4 a 2	1.75
6	5.25	0	4 a 3	1.93
			4 a 5	1.63
7	5.25	0.815	4 a 6	1.75
			4 a 7	1.93
8	7	0	5 a 3	1.93
			5 a 4	1.63
6	5.25	0	5 a 7	1.93
			6 a 4	1.75
7	5.25	0.815	6 a 7	0.815
			6 a 8	1.75
8	7	0	7 a 4	1.93
			7 a 5	1.93
8	7	0	7 a 6	0.815
			7 a 8	1.93
8	7	0	8 a 6	1.75
			8 a 7	1.93

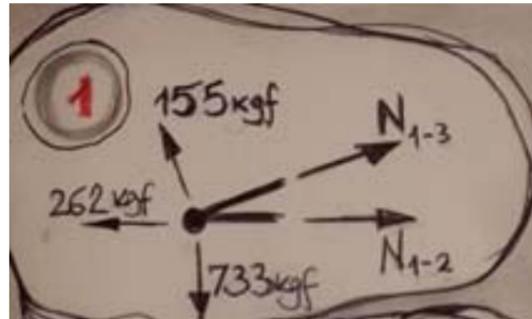


5. CÁLCULO DOS ESFORÇOS QUE ACTUAM NAS ASNAS

5.3. Cálculo Manual

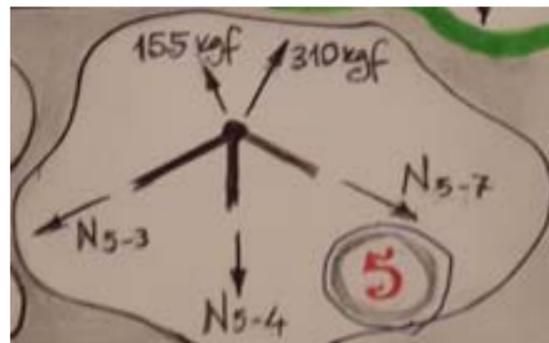
Método de Equilíbrio Sequencial dos nós:

Análise do Nó 1 (Barras 1-2 e 1-3):



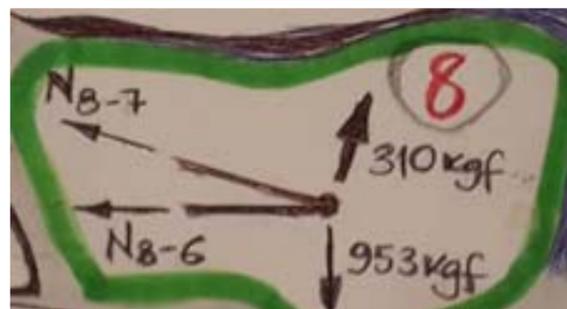
$\Sigma F_{\text{Verticais}} = 0 = 90,25 \times \cos 25^\circ + N_{1-3} \times \sin 25^\circ - 426,7$
 Resulta: $N_{1-3} = (1/\sin 25^\circ) \times (426,7 - 90,25 \times \cos 25^\circ) = 816,1 \text{ kgf}$
 $\Sigma F_{\text{Horizontais}} = 0 = N_{1-2} + N_{1-3} \times \cos 25^\circ - 90,25 \times \sin 25^\circ - 152,6$
 Resulta: $N_{1-2} = 90,25 \times \sin 25^\circ + 152,6 - 816,1 \times \cos 25^\circ = -548,9 \text{ kgf}$

Análise do Nó 5 (Barras 5-4 e 5-7):



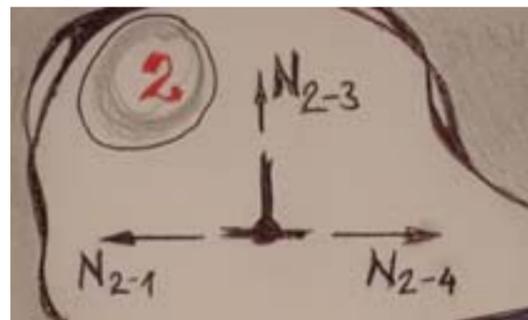
$\Sigma F_{\text{Verticais}} = 0 = -N_{5-3} \times \sin 25^\circ - N_{5-4} - N_{5-7} \times \sin 25^\circ + (90,25 + 180,5) \times \cos 25^\circ$
 $\Sigma F_{\text{Horizontais}} = 0 = -N_{5-3} \times \cos 25^\circ + N_{5-7} \times \cos 25^\circ + (180,5 - 90,25) \times \sin 25^\circ$
 Resulta: $N_{5-4} = -298,6 \text{ kgf}$ e $N_{5-7} = 622,5 \text{ kgf}$

Análise do Nó 8 (Verificação):



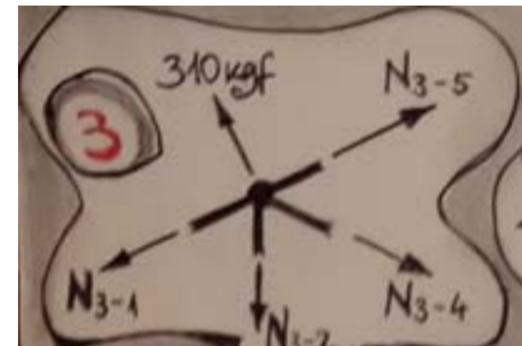
$\Sigma F_{\text{Verticais}} = 0 = N_{8-7} \times \sin 25^\circ + 180,5 \times \cos 25^\circ - 554,8$
 Resulta: $N_{8-7} = (1/\sin 25^\circ) \times (554,8 - 180,5 \times \cos 25^\circ) = 925,7 \text{ kgf}$
 $\Sigma F_{\text{Horizontais}} = 0 = -N_{8-7} \times \cos 25^\circ + N_{8-6} + 180,5 \times \sin 25^\circ$
 Resulta: $N_{8-6} = (1/\cos 25^\circ) \times (762,2 + 180,5 \times \sin 25^\circ) = 925,2 \text{ kgf}$

Análise do Nó 2 (Barras 2-3 e 2-4):



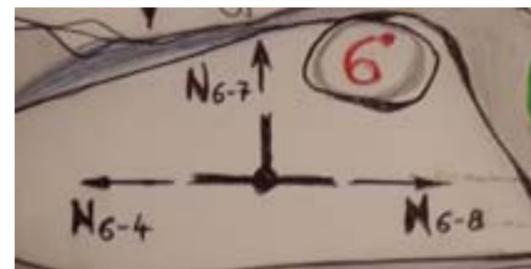
$\Sigma F_{\text{Verticais}} = 0 \Rightarrow N_{2-3} = 0$
 $\Sigma F_{\text{Horizontais}} = 0 = N_{2-1} + N_{2-4}$
 Resulta: $N_{2-4} = -N_{2-1} = -548,9 \text{ kgf}$

Análise do Nó 3 (Barras 3-4 e 3-5):



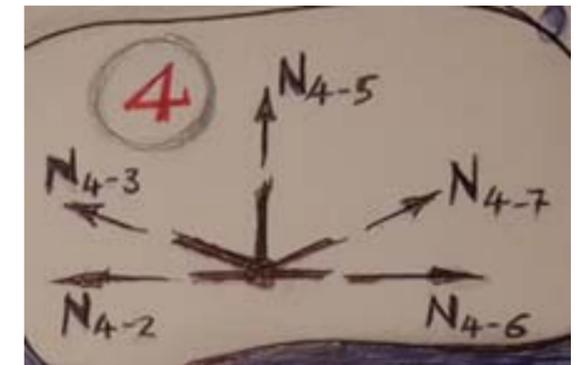
$\Sigma F_{\text{Verticais}} = 0 = -N_{3-1} \times \sin 25^\circ - N_{3-4} \times \sin 25^\circ + 180,5 \times \cos 25^\circ + N_{3-5} \times \sin 25^\circ$
 $\Sigma F_{\text{Horizontais}} = 0 = -N_{3-1} \times \cos 25^\circ + N_{3-4} \times \cos 25^\circ - 180,5 \times \sin 25^\circ + N_{3-5} \times \cos 25^\circ$
 Resulta: $N_{3-4} = 235,6 \text{ kgf}$ e $N_{3-5} = 664,6 \text{ kgf}$

Análise do Nó 6 (Barras 6-7 e 6-8):



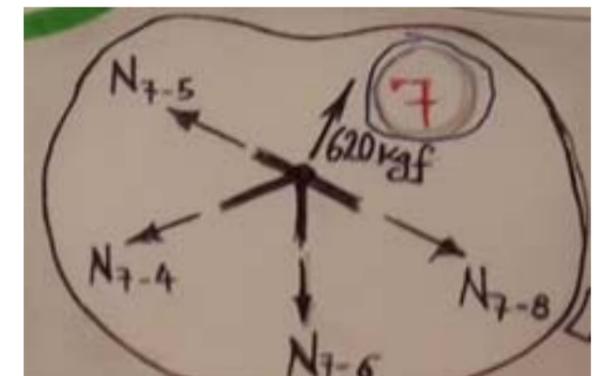
$\Sigma F_{\text{Verticais}} = 0 \Rightarrow N_{6-7} = 0$
 $\Sigma F_{\text{Horizontais}} = 0 = -N_{6-4} + N_{6-8}$
 Resulta: $N_{6-8} = N_{6-4} = -762,2 \text{ kgf}$

Análise do Nó 4 (Barras 4-6 e 4-7):



$\Sigma F_{\text{Verticais}} = 0 = N_{4-3} \times \sin 25^\circ + N_{4-5} + N_{4-7} \times \sin 25^\circ$
 $\Sigma F_{\text{Horizontais}} = 0 = -N_{4-2} - N_{4-3} \times \cos 25^\circ + N_{4-7} \times \cos 25^\circ + N_{4-6}$
 Resulta: $N_{4-6} = -762,2 \text{ kgf}$ e $N_{4-7} = 470,9 \text{ kgf}$

Análise do Nó 7 (Barra 7-8):



$\Sigma F_{\text{Horizontais}} = 0 = N_{7-8} \times \cos 25^\circ - N_{7-4} \times \cos 25^\circ - N_{7-5} \times \cos 25^\circ + 361 \times \sin 25^\circ$
 Resulta: $N_{7-8} = 925,1 \text{ kgf}$

Notas:

L - Os sinais negativos dos esforços significam compressão, enquanto os sinais positivos representam tracção;

M - As barras em situação mais crítica são as comprimidas, devido à combinação com o efeito de encurvadura que normalmente acompanha a compressão, um fenómeno que põe em risco a resistência da barra em função da sua esbelteza - relação entre o comprimento da barra e a menor dimensão da sua secção.

N - A comparação dos resultados obtidos pelo procedimento manual com os do cálculo automático mostra que mesmo na ausência de meios e pacotes informáticos é possível proceder ao dimensionamento e/ou verificação deste tipo de estruturas. Note-se no entanto que o método manual transporta consigo uma enorme probabilidade de se cometerem erros aritméticos, razão pela qual usando este método é obrigatório repetir os cálculos pelo menos uma vez.

CÁLCULO SEM VERIFICAÇÃO É CÁLCULO ERRADO!

Barras	Cálculo Manual	Cálculo Automático
1	-549,8	-549.96
2	816.1	817.05
3	0	0
4	-548.9	-549.96
5	235.6	235.82
6	664.6	665.38
7	-298.6	-298.67
8	-762.2	-763.74
9	470.9	471.64
10	622.5	623.31
11	0	0
12	-762.2	-763.74
13	925.7	926.65

6. VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA DAS BARRAS

a) Barras sujeitas à tracção

(caso mais desfavorável: barras 2 e 13)

Esforço actuante: $N_{max} = - 927 \text{ kgf}$

Secção: $b = 5 \text{ cm}$; $h = 15 \text{ cm}$

Área: $A = 5 \times 15 = 75 \text{ cm}^2$

Tensão máxima instalada: $\sigma_{max} = N_{max}/A = (1,5 \times 927)/75 = 18,5 \text{ kg/cm}^2$

Valor da tensão admissível (Tabela 138):

$\sigma_{adm} = 80 \text{ kg/cm}^2$

CONCLUSÃO: Está garantida a segurança das barras sujeitas à tracção!

b) Barras sujeitas à compressão

(caso mais desfavorável: barras 8 e 12)

Esforço actuante: $N_{max} = - 764 \text{ kgf}$

Comprimento: $L = 1,75 \text{ m}$

Secção: $b = 5 \text{ cm}$; $h = 15 \text{ cm}$

Área: $A = 5 \times 15 = 75 \text{ cm}^2$

Raio de giração da secção: $r = b/2 = 2,5 \text{ cm}$

Coefficiente de esbelteza: $\lambda = L/r = (100 \times 1,75)/2,5 = 70$

Factor de redução das tensões admissíveis (Tabela 90): $\phi = 1,87$

Tensão máxima instalada: $\sigma_{max} = N_{max}/A = (1,5 \times 764)/75 = 15,3 \text{ kg/cm}^2$

Verificação do limite admissível à compressão axial com encurvadura:

$\sigma_{adm} = 80 \text{ kg/cm}^2$

Redução das tensões admissíveis devido à esbelteza da barra:

$\sigma_{seg} = \sigma_{adm}/\phi = 80/1,87 = 42,8 \text{ kg/cm}^2$

CONCLUSÃO: Está igualmente assegurada a resistência das barras sujeitas à compressão!

Notas:

P - Chama-se mais uma vez atenção para a necessidade de assegurar a compatibilidade dimensional das variáveis que intervêm nas expressões utilizadas (por exemplo, centímetros só podem somar, subtrair, multiplicar e dividir com/por centímetros, e por aí fora).

7. DIMENSIONAMENTO DA VIGA DE APOIO DAS ASNAS NOS PONTOS ONDE NÃO EXISTEM PILARES

7.1. Pré-dimensionamento da secção da viga (dimensões dos lados)

Notas:

Q - Para que uma viga de betão armado seja considerada estrutural, ela deve possuir no mínimo uma secção cuja altura (h) seja igual ou superior 1/12 da distância entre os apoios (L). A largura da secção (b) é normalmente "imposta" pela largura dos pilares sobre os quais a viga se apoia, o que não é de todo obrigatório.

- Vão de cálculo: $L = 4,16 \text{ m}$ (ou 416 cm)
 - Altura mínima da viga: $h = L/12 = 416/12 = 34,7 \text{ cm}$
 - Largura da secção: $b = 20 \text{ cm}$
- Seja secção rectangular com $b = 20 \text{ cm}$ e $h = 30 \text{ cm}$.

7.2. Cargas

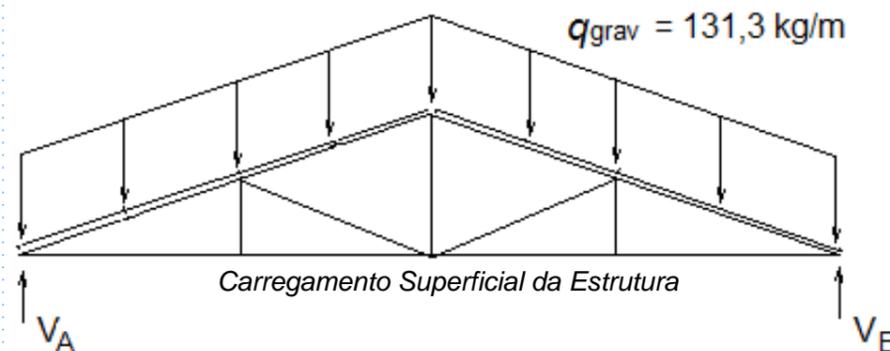
Peso próprio da viga:

$g_{viga} = h \times b \times \gamma_{bet} = 0,3 \times 0,2 \times 2500 = 150 \text{ kg/m}$

Cargas transmitidas pela asna:

- Perante a acção de ventos extremos (ver reacções de apoio, parágrafo 5.2): $F = 554,8 \text{ kgf}$
- Em situações normais (cargas gravíticas):
 - Peso próprio da cobertura, incluindo madres = 30 kg/m^2
 - Peso próprio da asna = $11,3 \text{ kg/m}$
 - Sobrecargas = 30 kg/m^2
 - Carga gravítica em cada asna interior:

$q_{grav} = 11,3 + 2 \times (30 + 30) = 131,3 \text{ kg/m}$



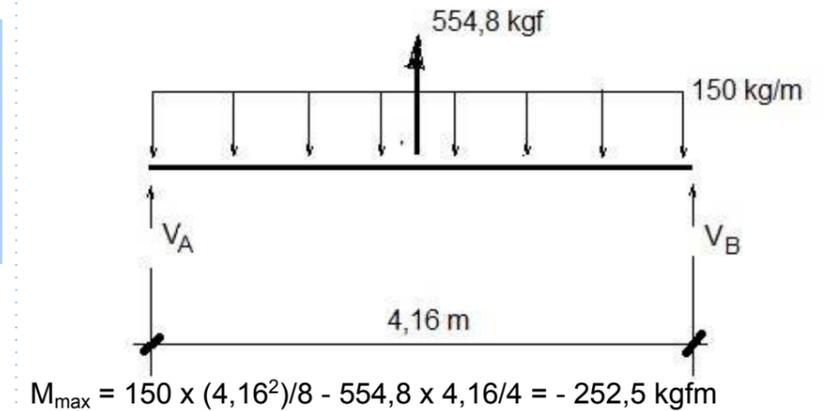
Reacções de Apoio (perante a simetria do carregamento, deduz-se imediatamente que $V_A = V_B$):

$V_A = q_{grav} \times L/2 = 131,3 \times 7/2 = 459,6 \text{ kgf}$

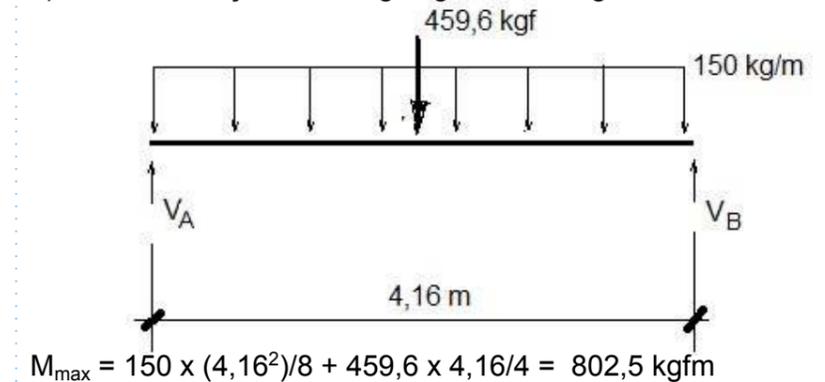
$F = V_A = 459,6 \text{ kgf}$

7.3. Esforço nas Vigas

a) Perante a acção do vento extremo:



a) Perante a acção das cargas gravíticas regulares:



7.4. Armadura

$\mu = 1,5 M_{max} / (b \times h^2) = 1,5 \times 802,5 / (0,2 \times 27^2) = 8,2$

$w_o = 0,404$

$A_{a_{nec}} = 0,404 \times 0,2 \times 27 = 2,18 \text{ cm}^2$

Devem ser colocados 2 varões Ø 12 na parte inferior da viga (fornecem $A_a = 2,26 \text{ cm}^2$) e outros 2 Ø 10 na parte superior

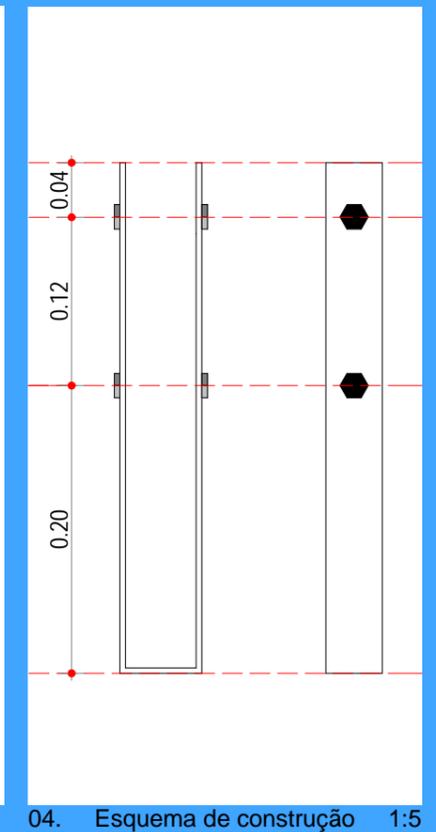
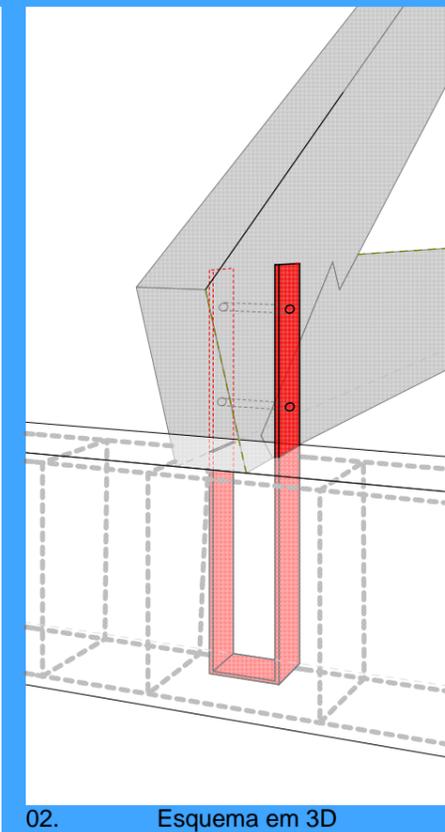
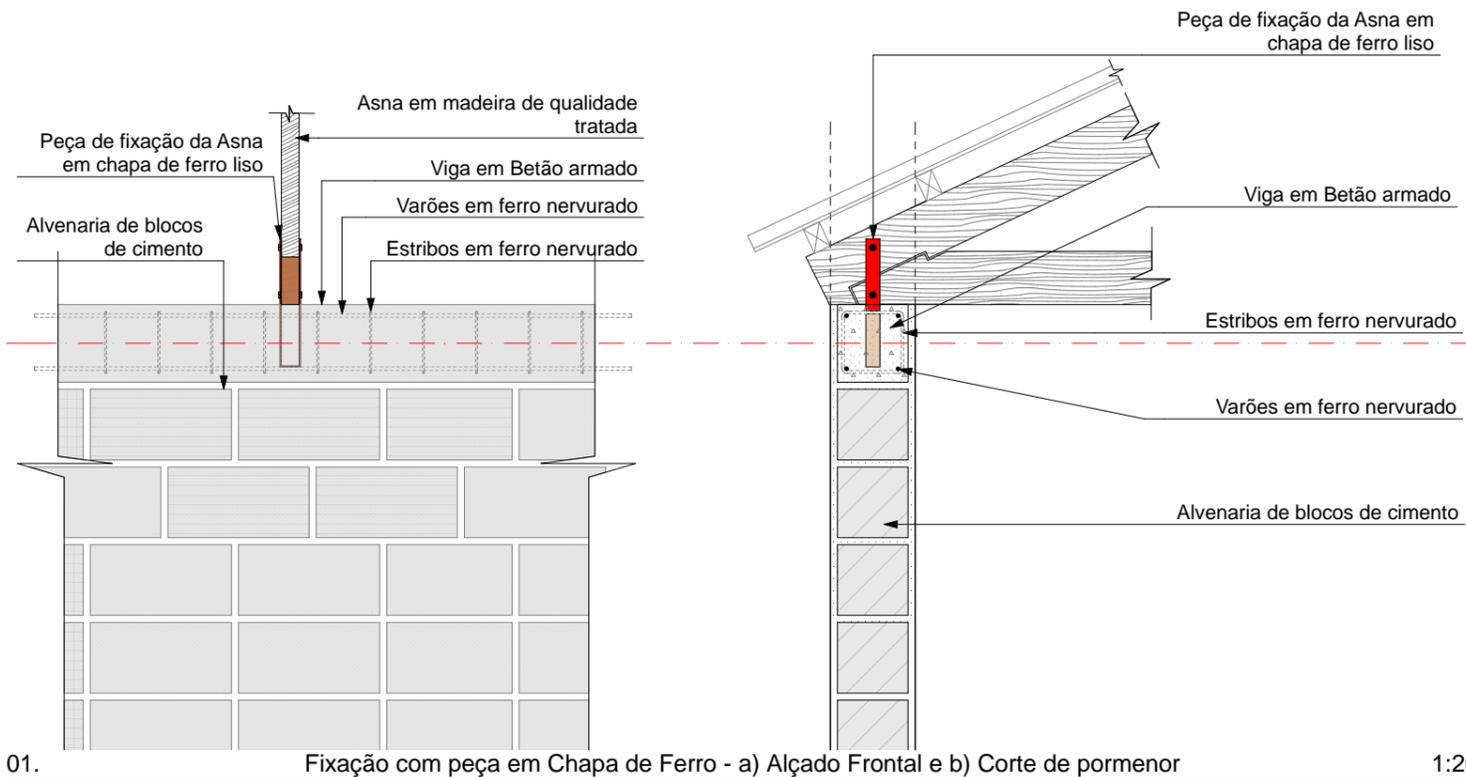
Verificação da resistência ao Esforço Transverso:

$T_{max} = V_A = 150 \times 4,16/2 + 459,6/2 = 541,8 \text{ kgf}$

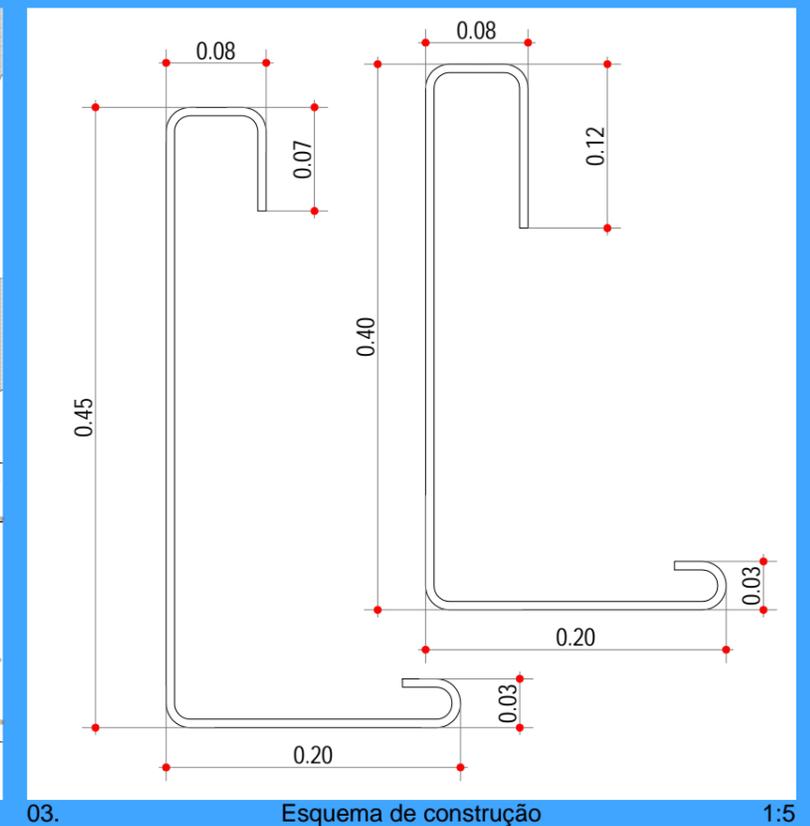
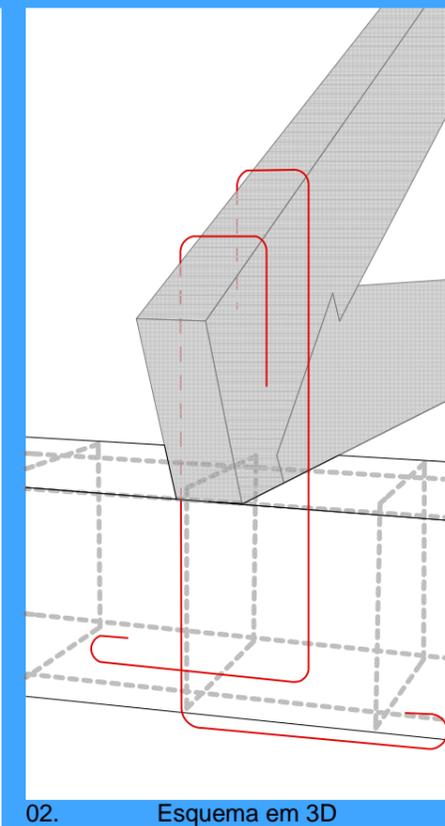
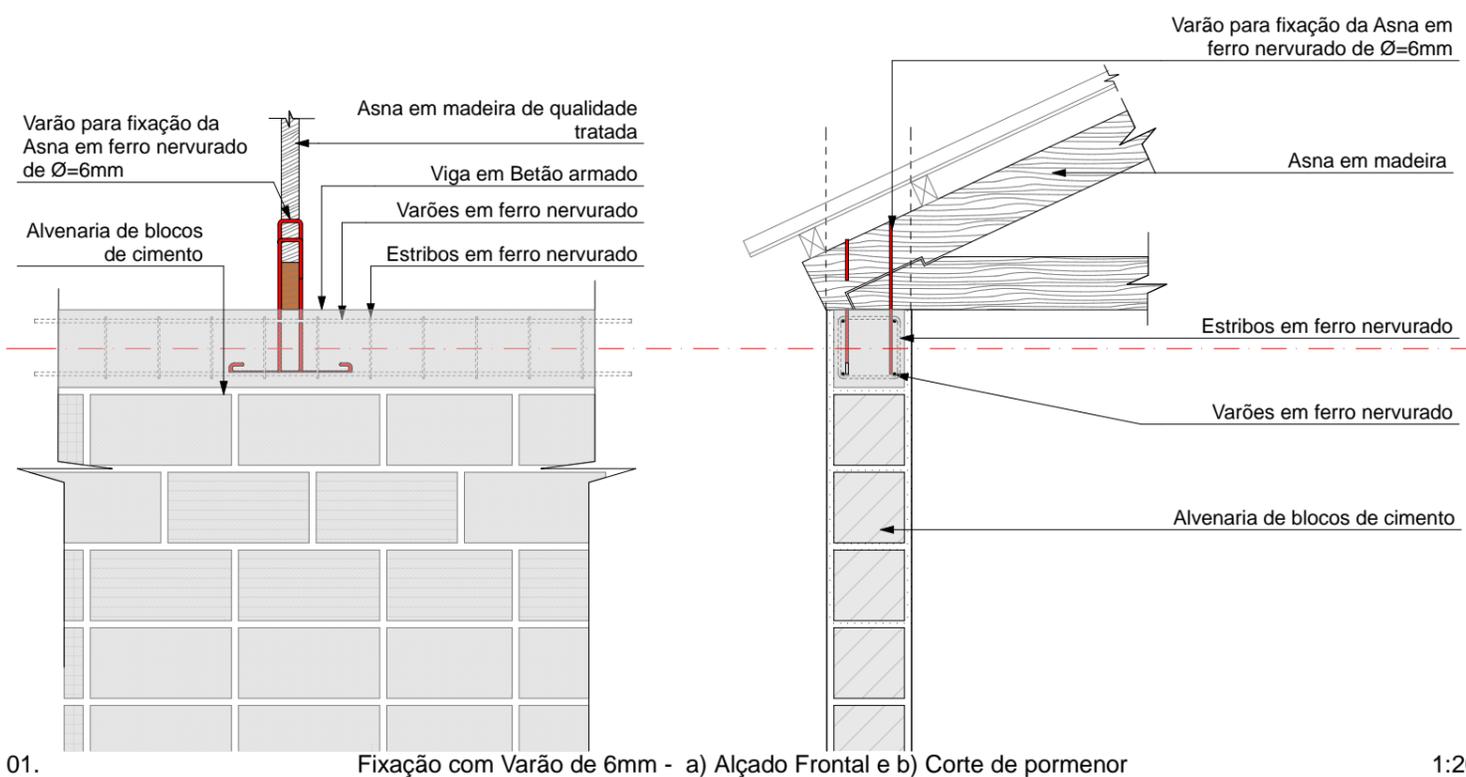
Tensões máximas de corte (actuantes): $\tau_{max} = 1,5 T_{max}/h = 1,5 \times 541,8 / 30 = 27,1 \text{ kgf/cm}$.

Está assegurada a resistência ao corte, podendo ser colocados estribos construtivos Ø 6 @ 20 ao longo de toda a viga.

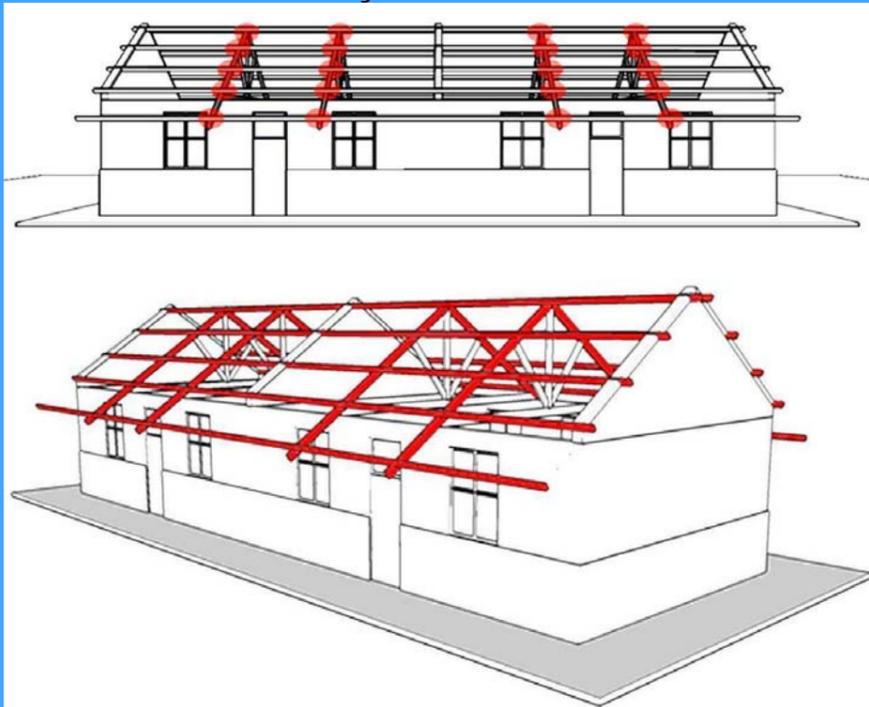
A. Ligação Asna e Parede com Barra de Ferro



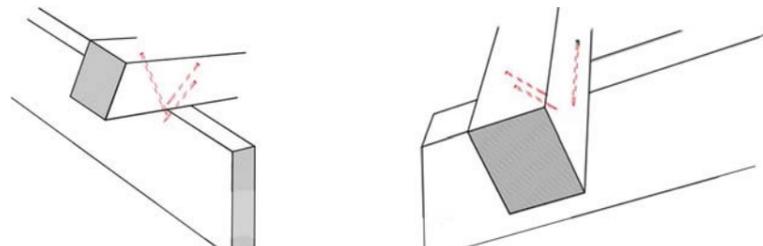
B. Ligação Asna e Parede com varão de 6mm



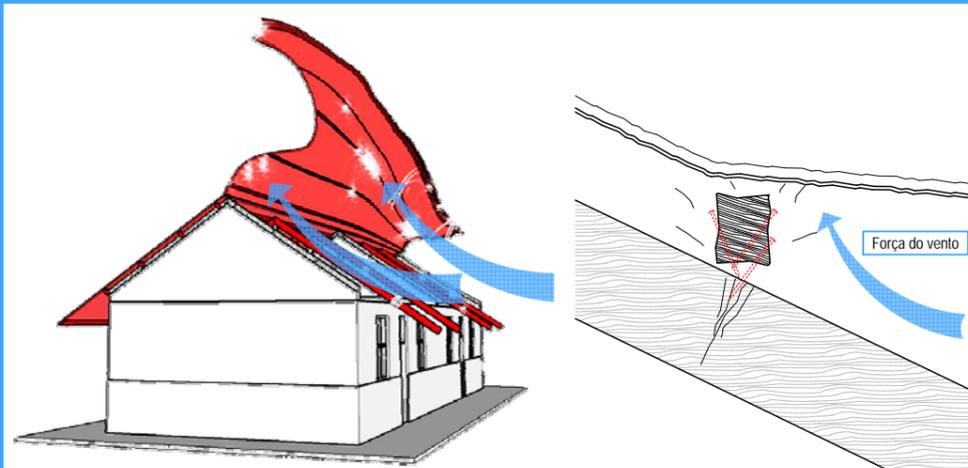
SITUAÇÃO ACTUAL



Actualmente o número de madres é muito reduzido considerando a força dos ventos fortes e ciclónicos, sendo no entanto. Constatou-se no local a colocação de 4 a 5 madres de 50x75mm em cada pendente da cobertura. As madres são afixadas nas asnas utilizando três (3) pregos que são pregados na diagonal e/ou na vertical.



DANOS TÍPICOS



Quando o vento forte exerce pressão sobre a parte inferior da cobertura criando assim, a chamada sucção, e se as madres e as asnas não estiverem bem conectadas e o número das madres for reduzido, o que contribui para o enfraquecimento da resistência da cobertura, as chapas e madres levantam deixando assim as asnas ou barrotes.

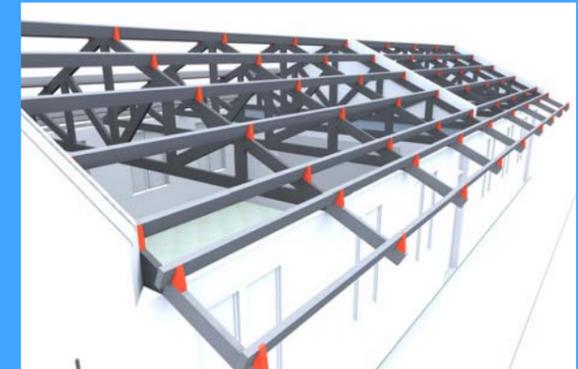


SOLUÇÕES RECOMENDADAS

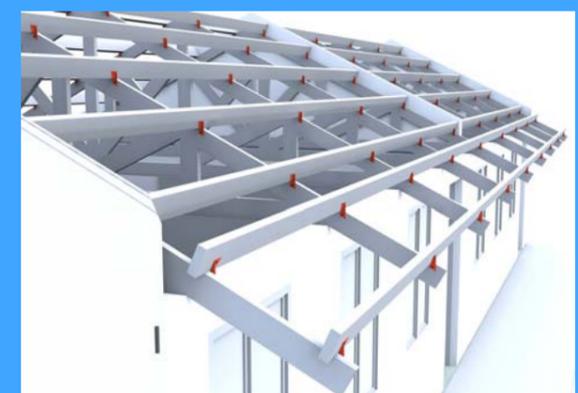
1. Fixação com varão de 6mm



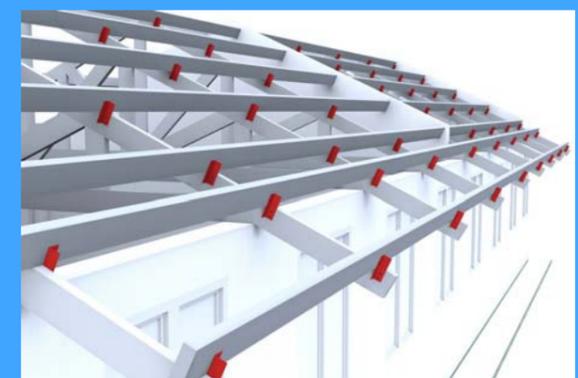
2. Fixação com triângulo de madeira



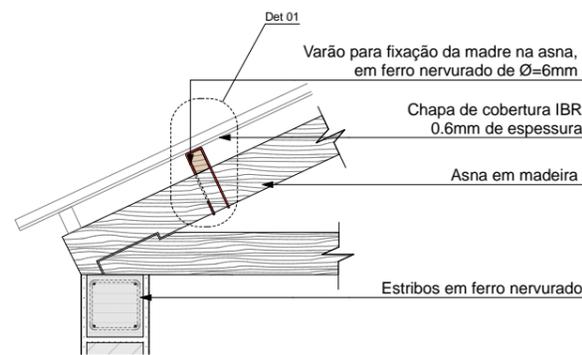
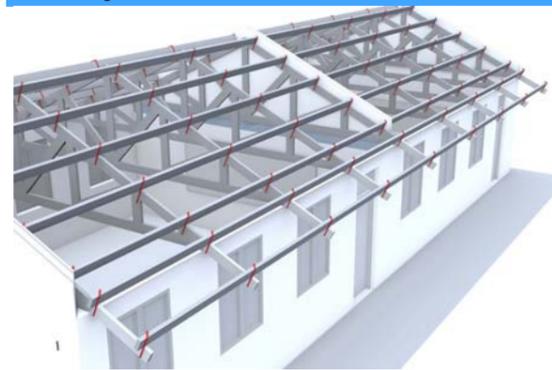
3. Fixação com Hurricane Clip



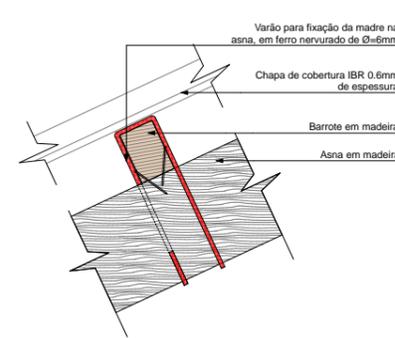
4. Fixação com Cantoneira



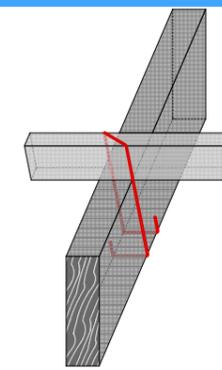
1. Fixação com varão de 6mm



Corte de Pormenor

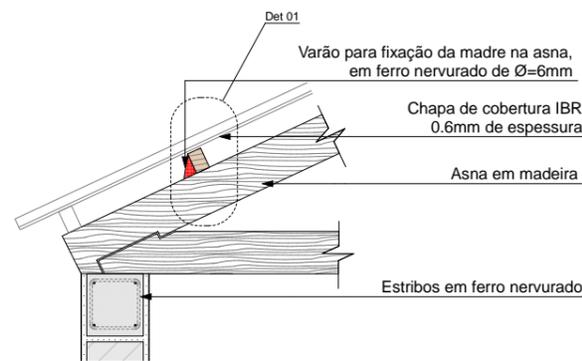
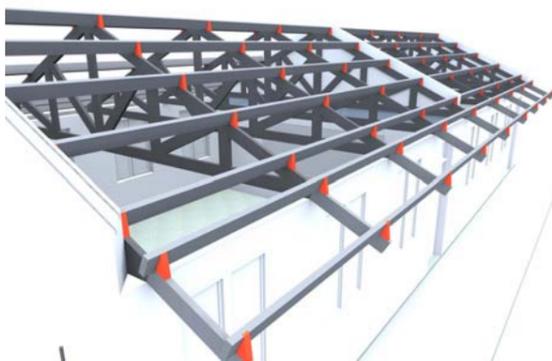


Detalhe 01

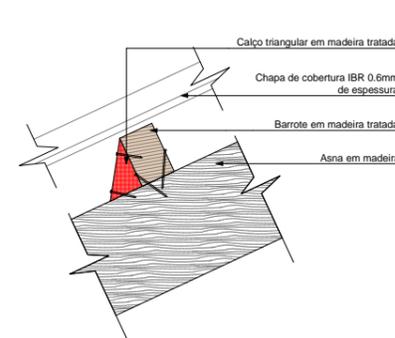


Esquema em 3D

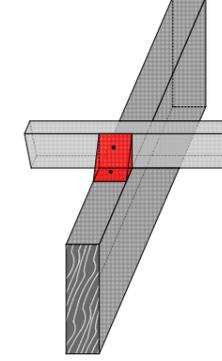
2. Fixação com triângulo de madeira



Corte de Pormenor

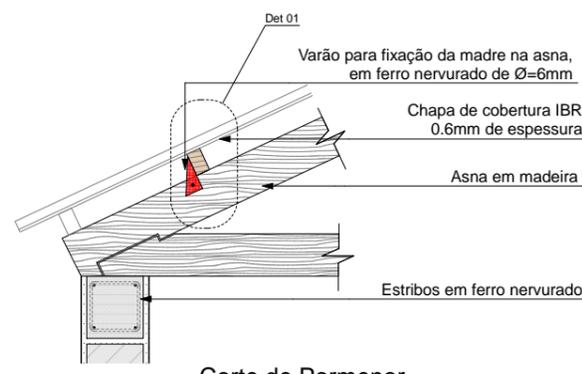
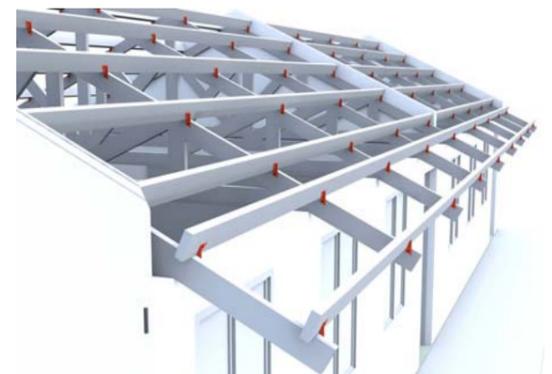


Detalhe 01

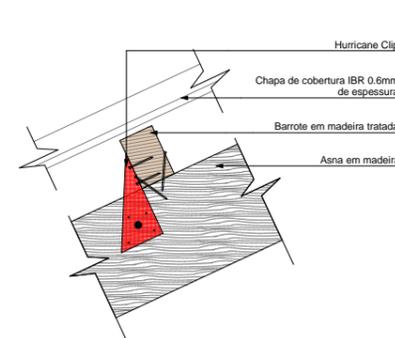


Esquema em 3D

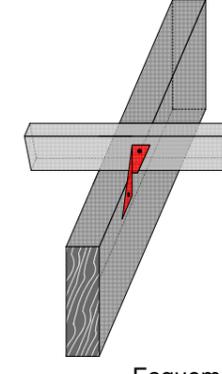
3. Fixação com Hurricane Clip



Corte de Pormenor

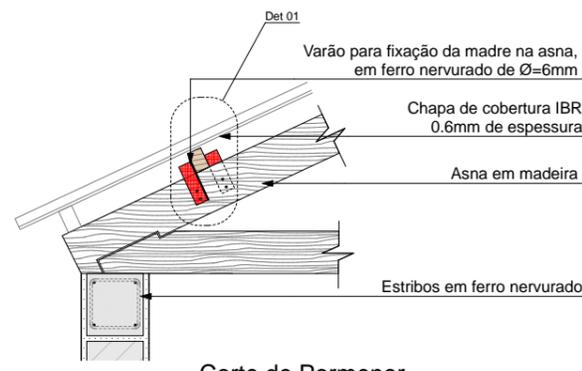
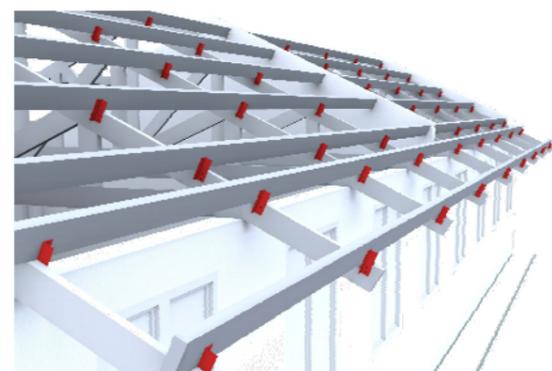


Detalhe 01

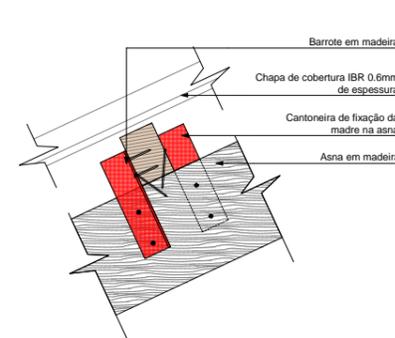


Esquema em 3D

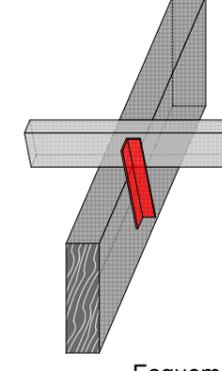
4. Fixação com Cantoneira



Corte de Pormenor

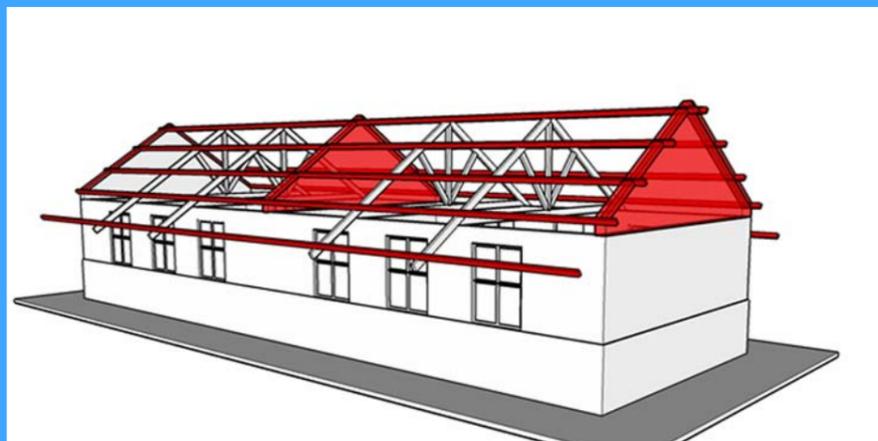
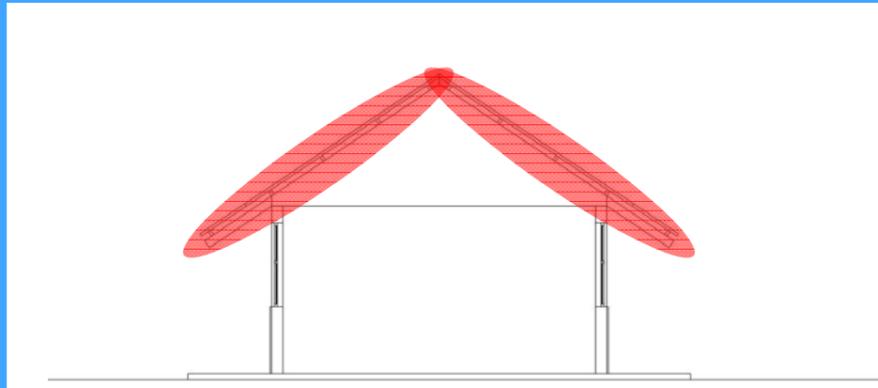


Detalhe 01

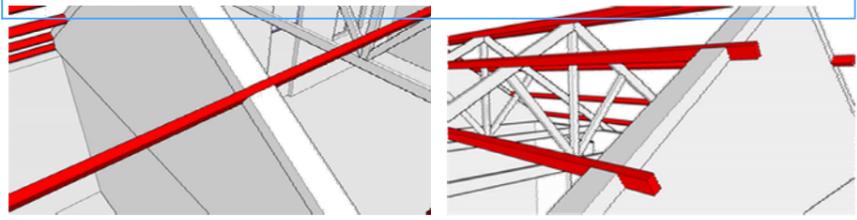


Esquema em 3D

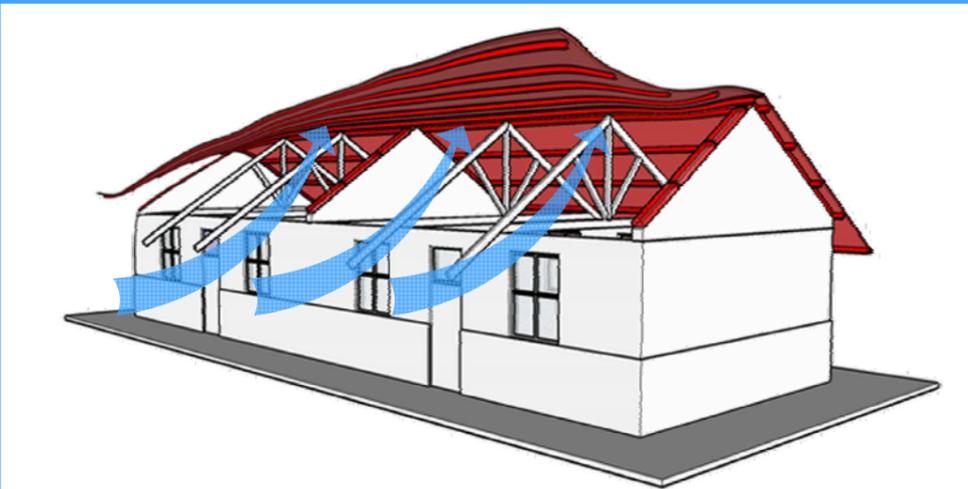
SITUAÇÃO ACTUAL



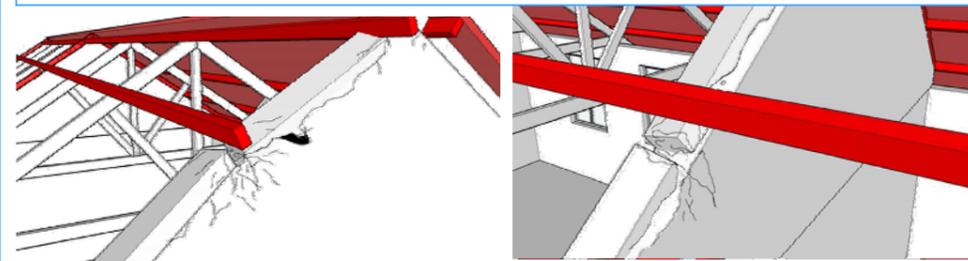
As madres são assentes directamente sobre as empenas e fixadas com argamassa de cimento e areia entre dois blocos. Nas empenas não são colocadas asnas para reforçar a ligação com as madres o que contribui para a soltura das madres facilmente.



DANOS TÍPICOS

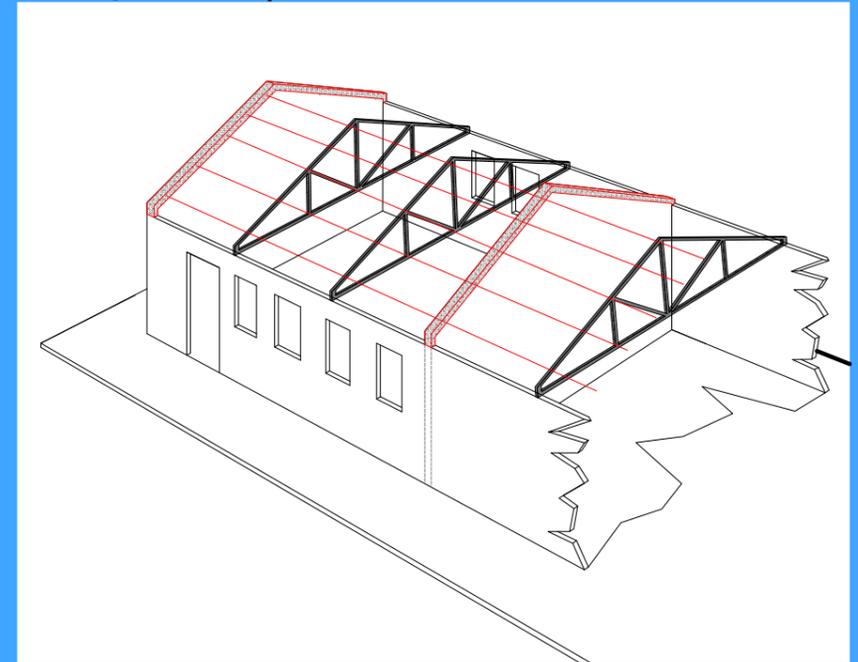


Quando as madres não estão bem fixadas à empena, a cobertura solta-se, principalmente na zona do guarda fogo. As empenas intermediárias também sofrem acabando por quebrar na zona onde fica conectada a madre e a empena.

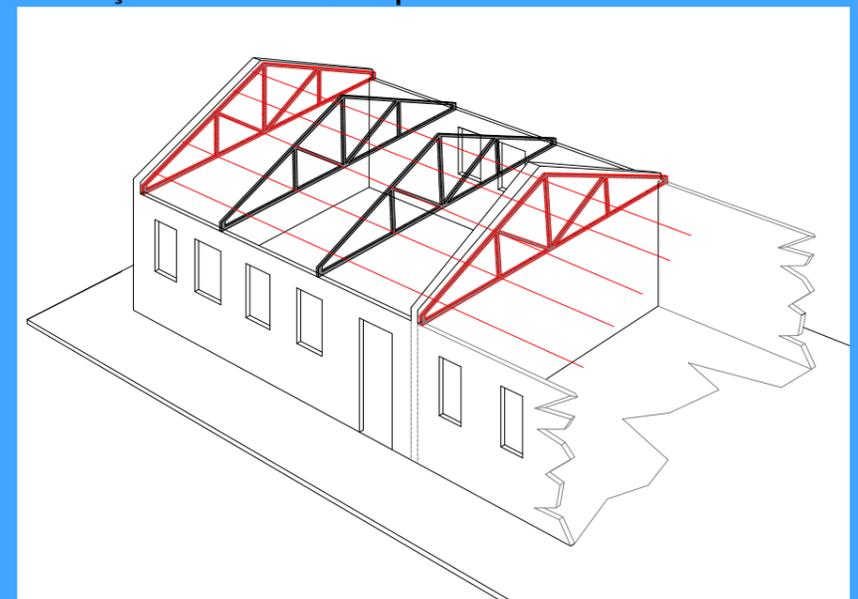


RECOMENDAÇÕES

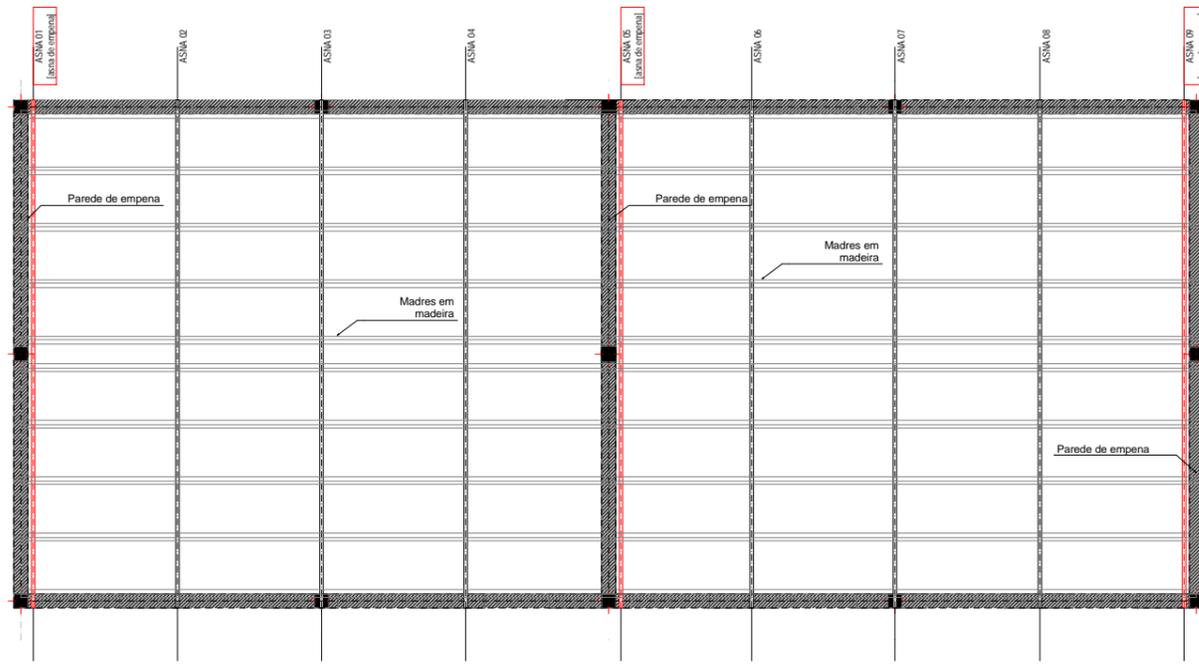
1. Fixação na empena armada



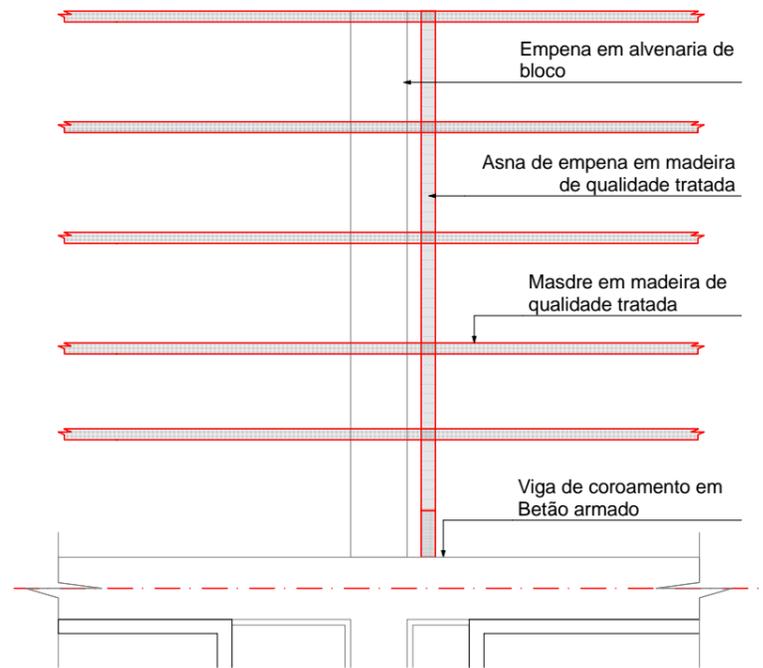
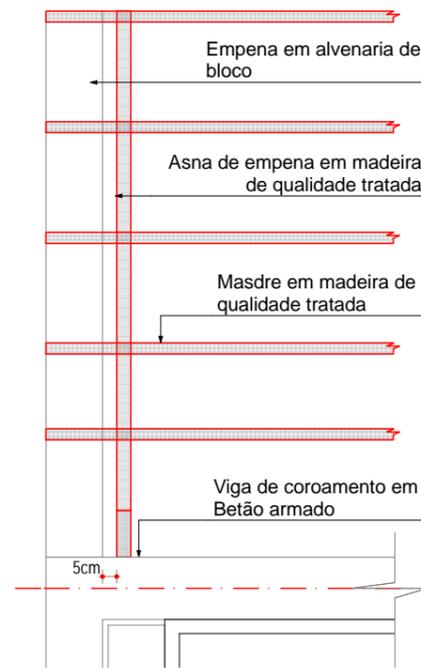
2. Fixação na asna de empena



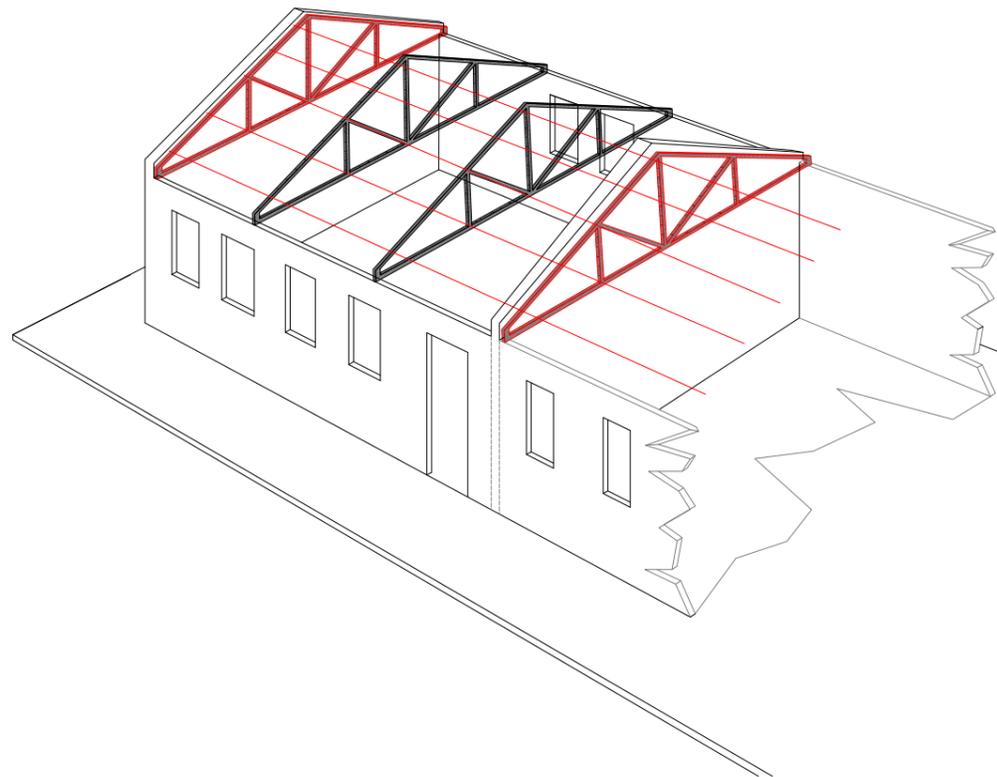
A. Fixação de Barrote na empena com Asna de empena



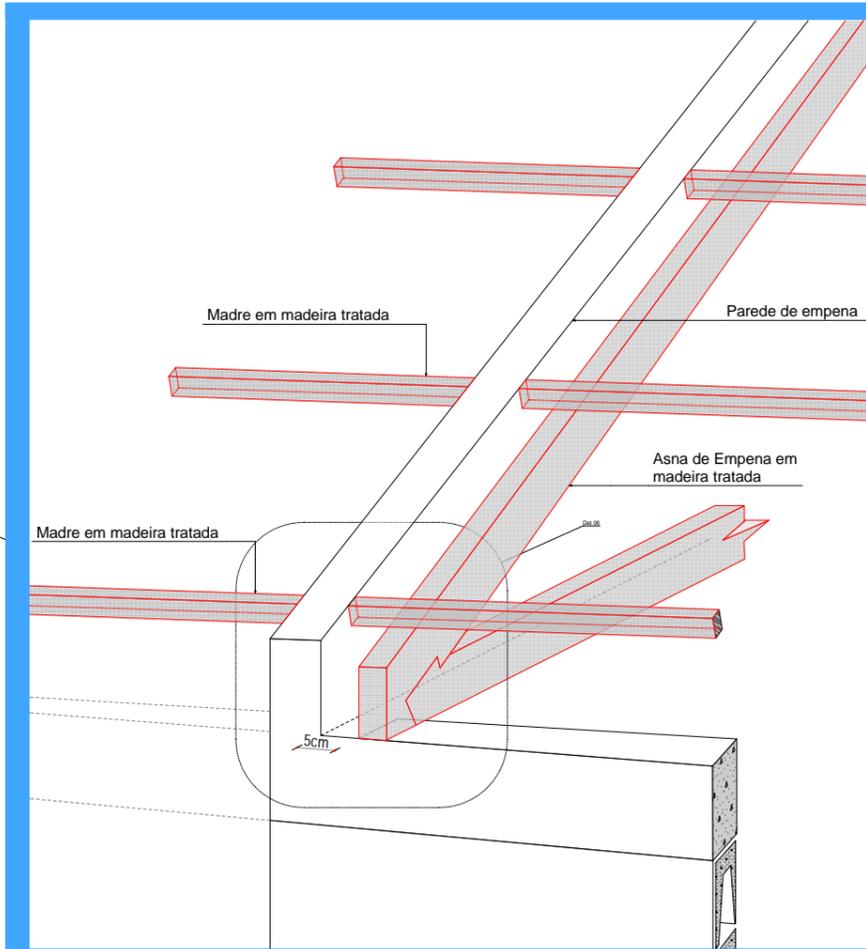
Planta da Estrutura da Cobertura



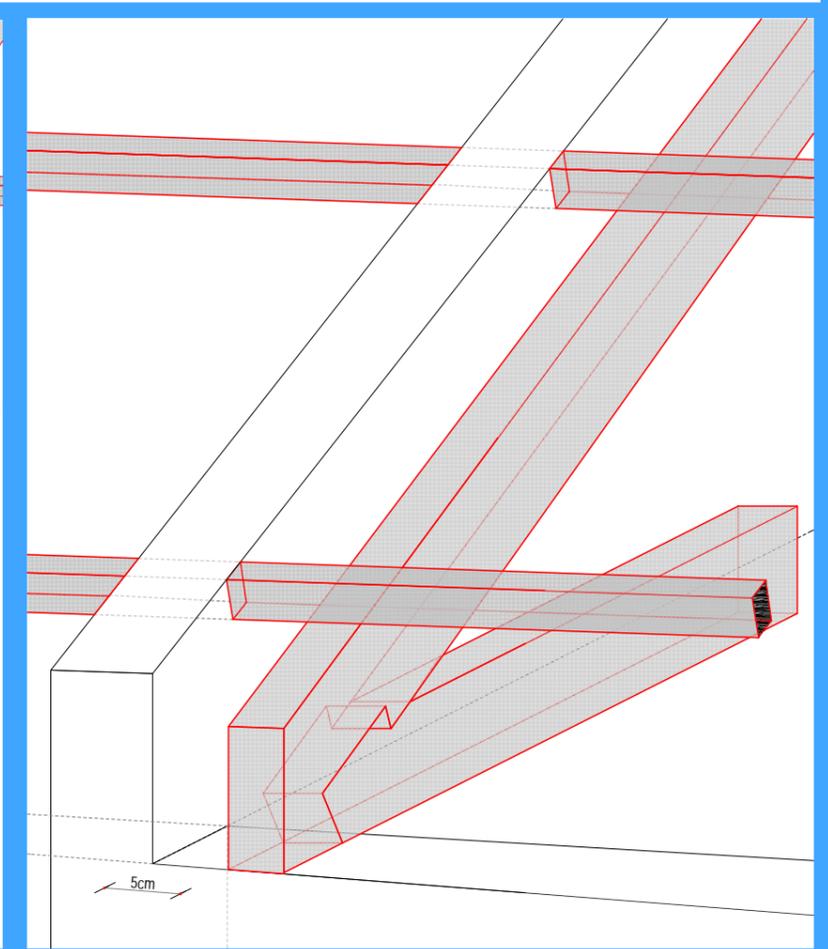
Alçado construtivo



Esquema em 3D

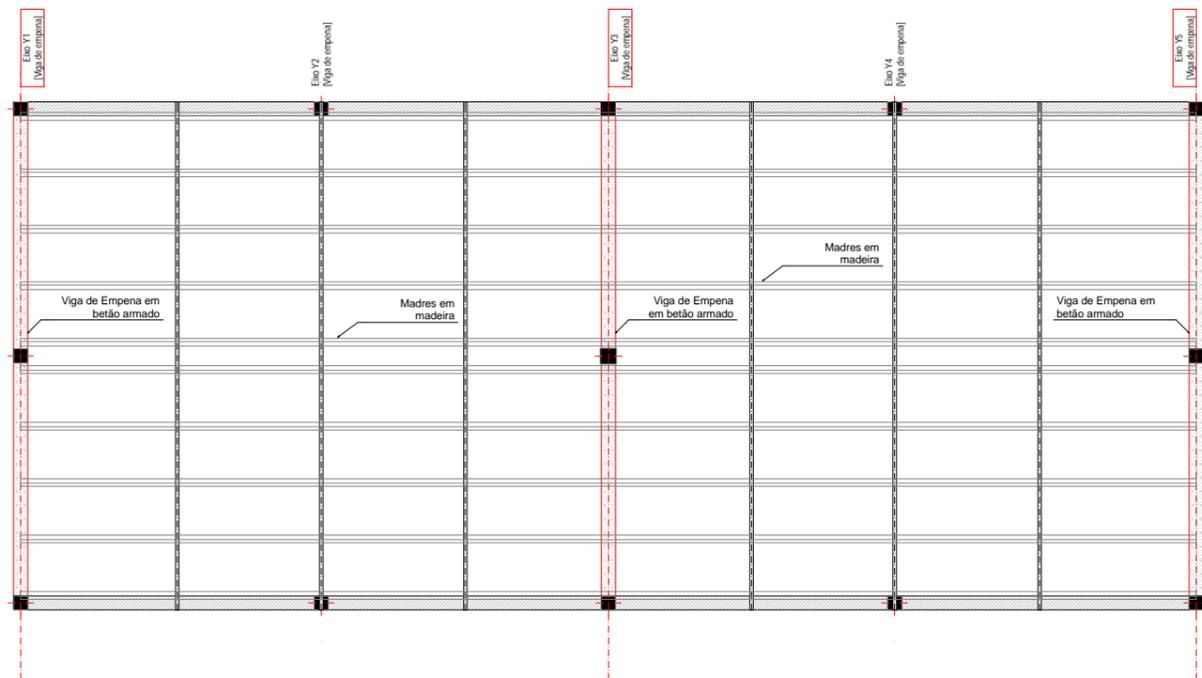


Esquema em 3D

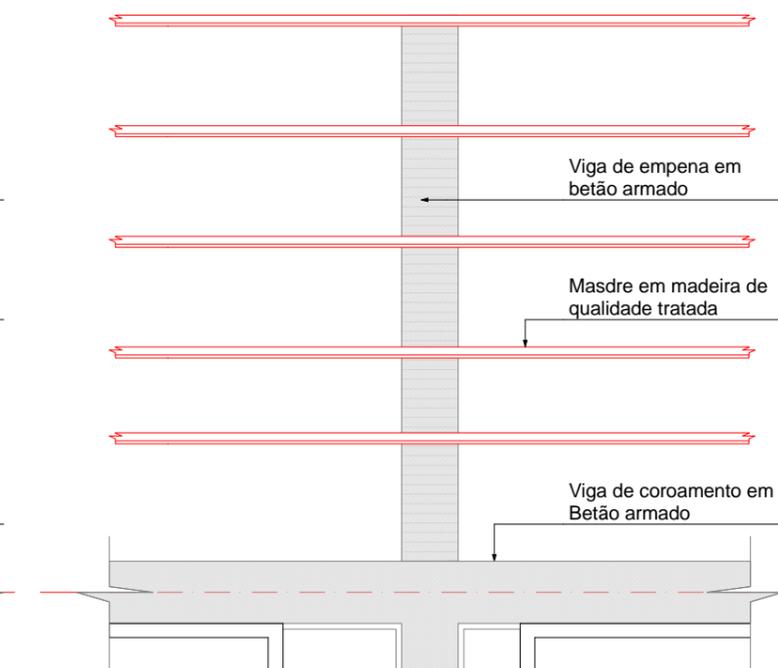
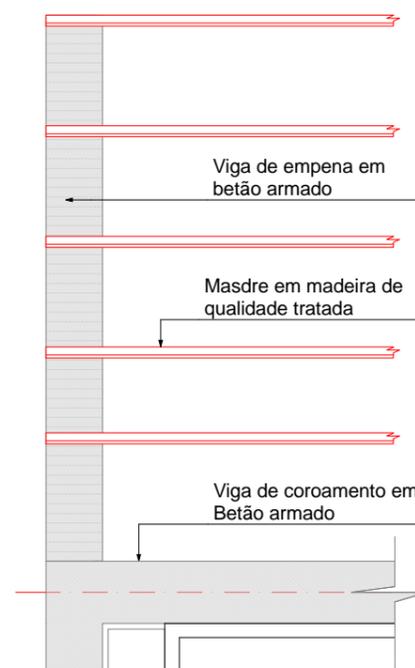


Pormenor em 3D

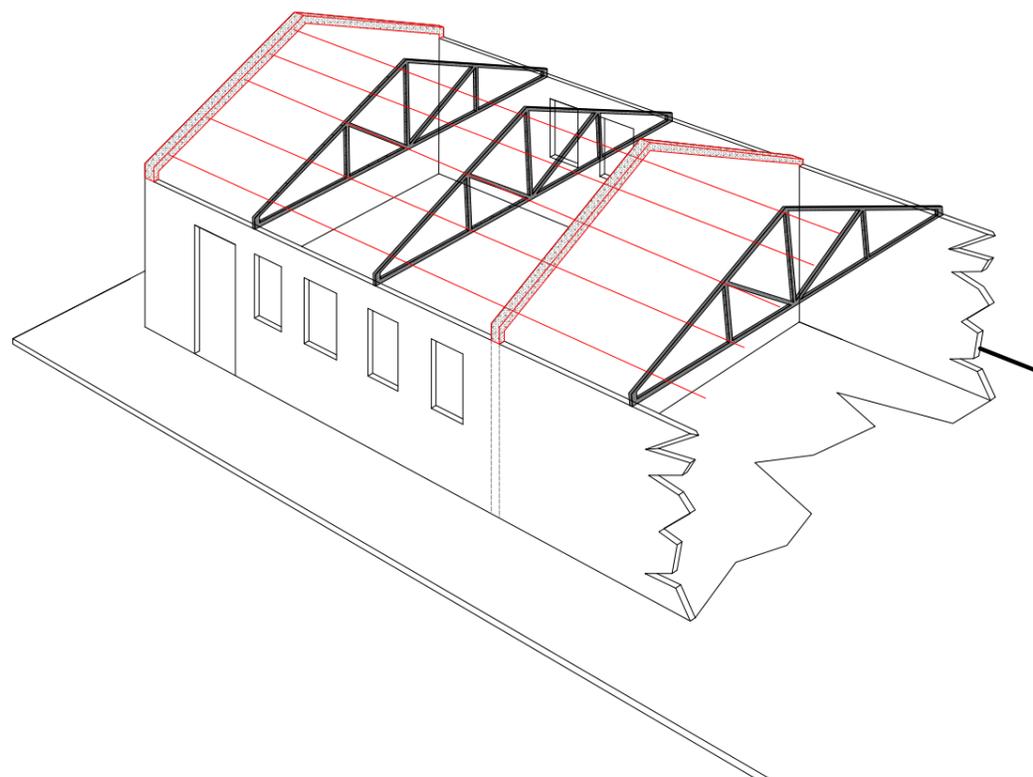
B. Fixação do Barrote na empena com viga de empena



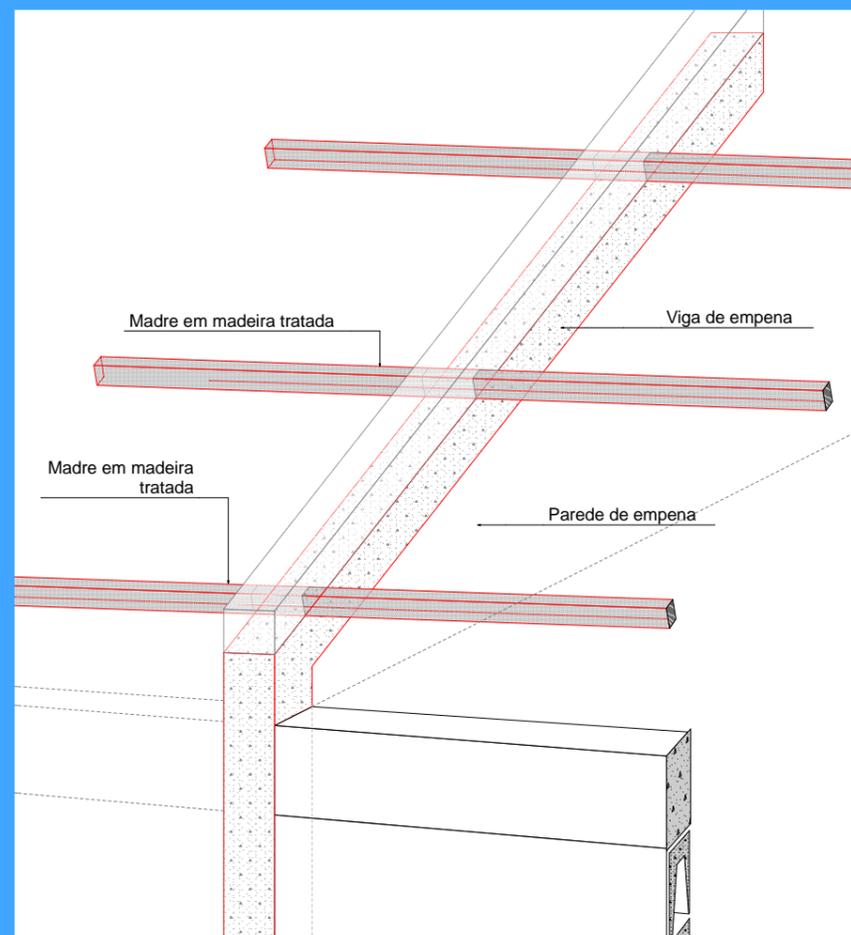
Esquema em 3D



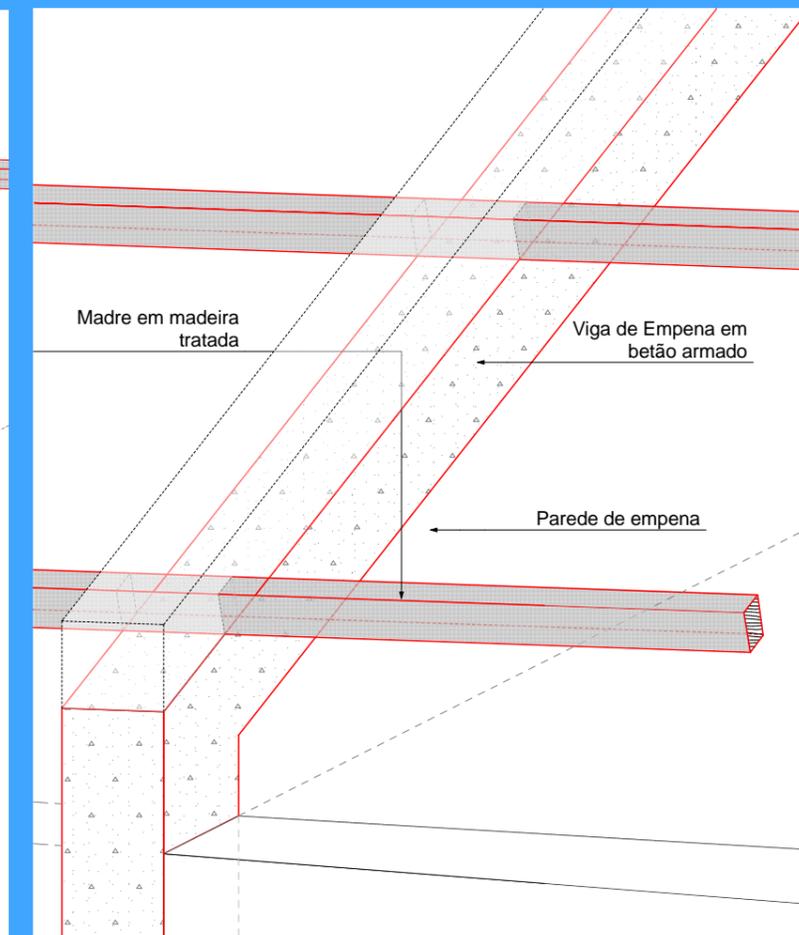
Planta da Estrutura da Cobertura



Esquema em 3D

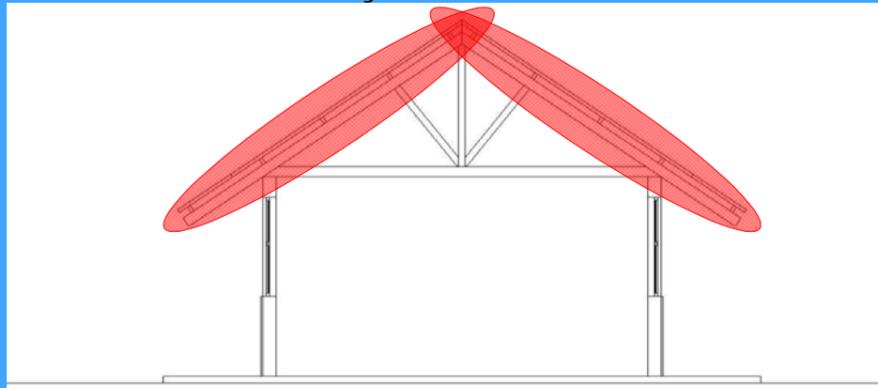


Esquema em 3D

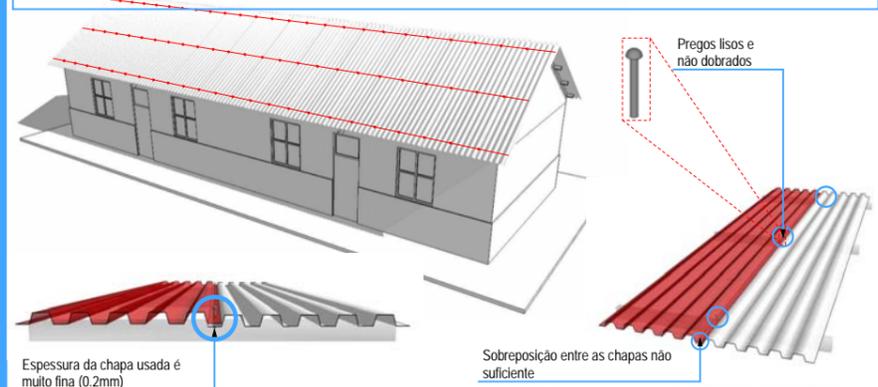


Alçado construtivo

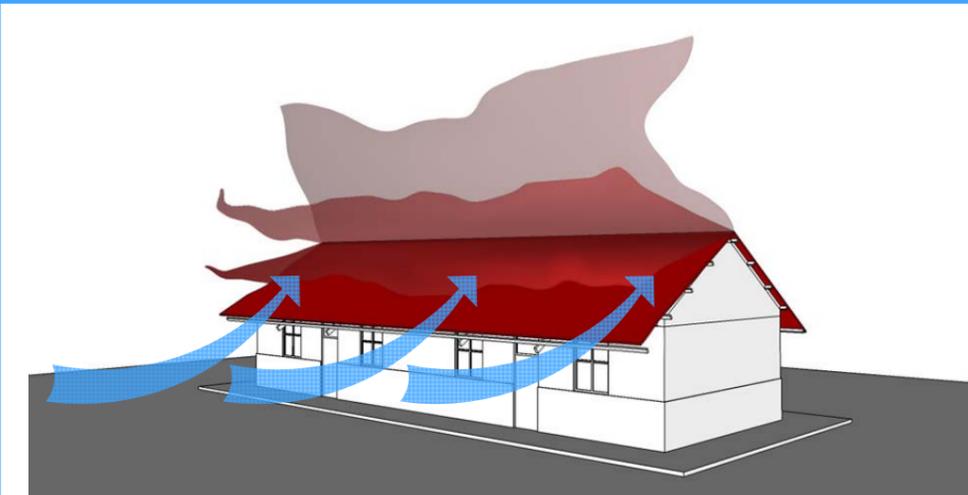
SITUAÇÃO ACTUAL



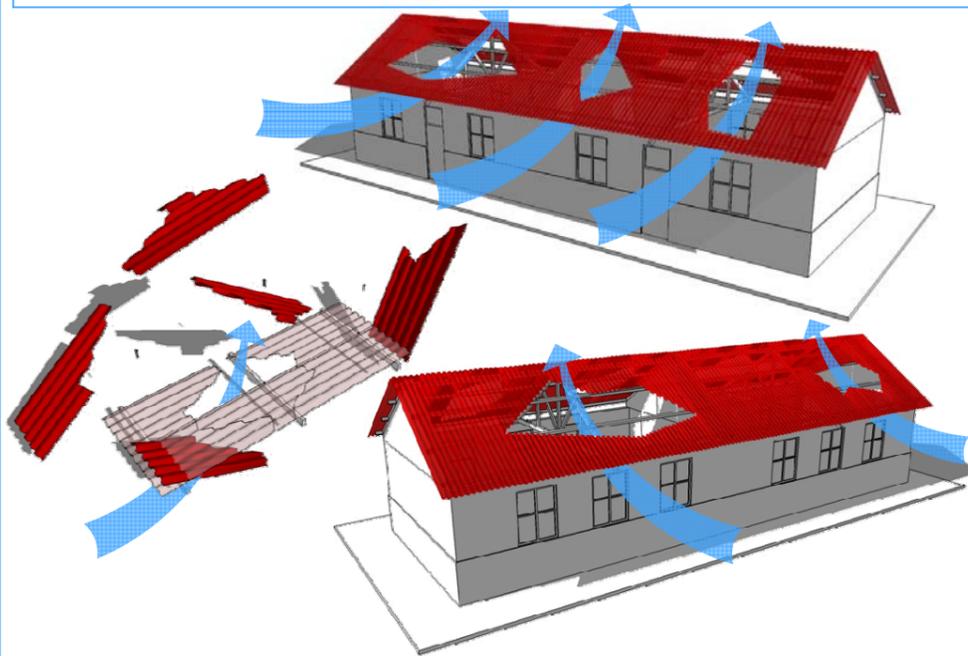
As chapas usadas são de espessura muito fina muitas das vezes de 0.2 - 0.27mm cuja sobreposição é muito pouca. Em alguns casos são fixadas com pregos impróprios ou com um número reduzido de pregos.



DANOS TÍPICOS

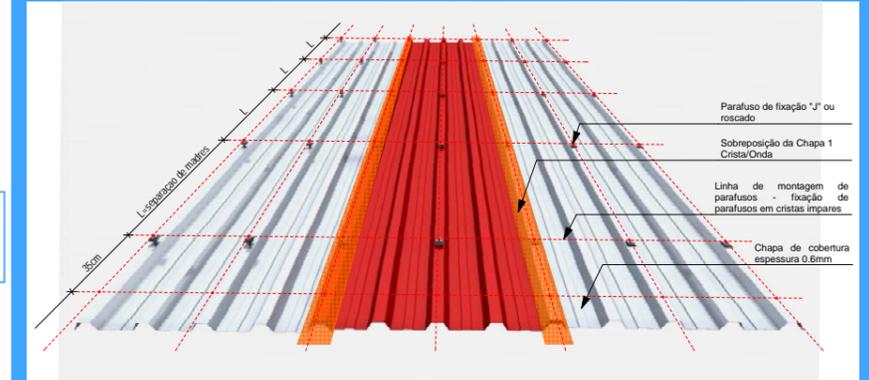


Quando a chapa não é fixada correctamente à estrutura da cobertura, esta é levantada pela acção do vento desconectando assim da sua estrutura.

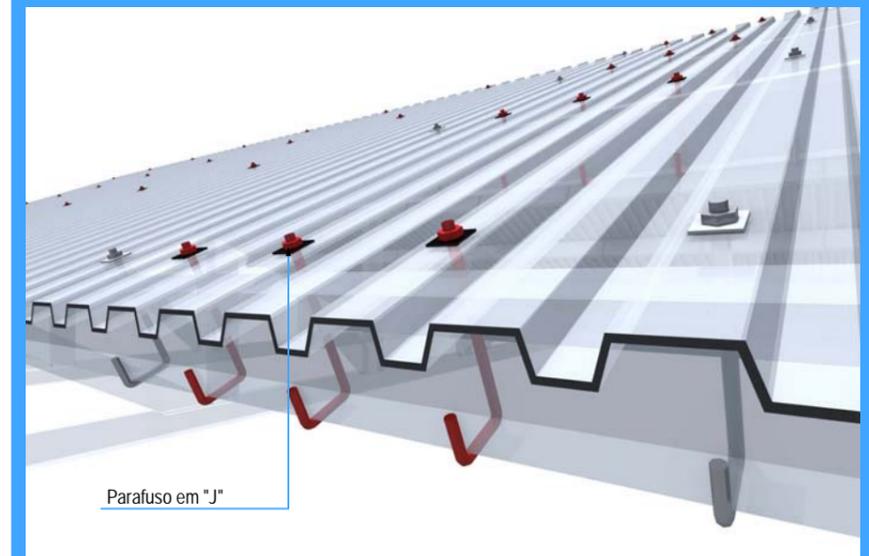


RECOMENDAÇÕES

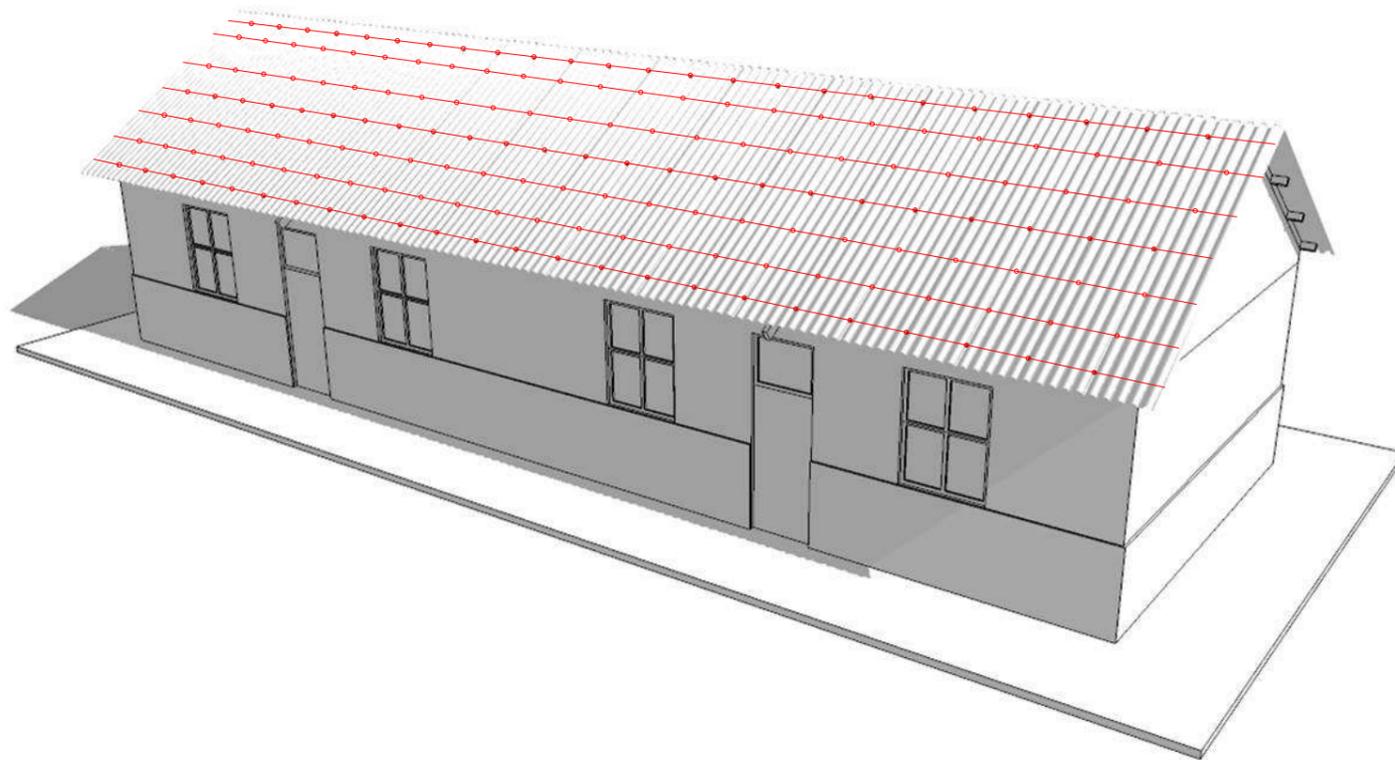
1. Uso de Chapas de cobertura com espessura de 0.6mm



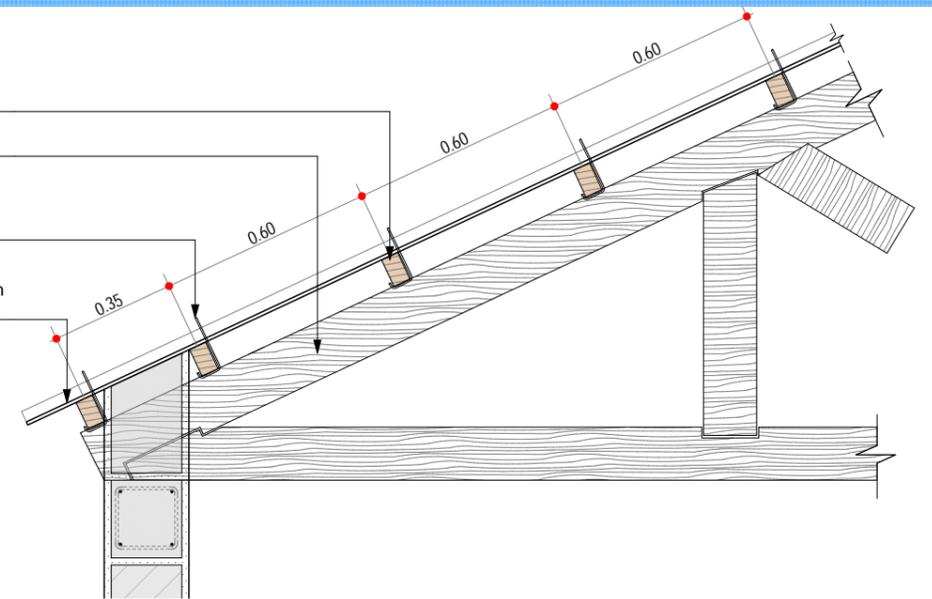
2. Uso de Parafusos retorcidos e em parafusos em "J"



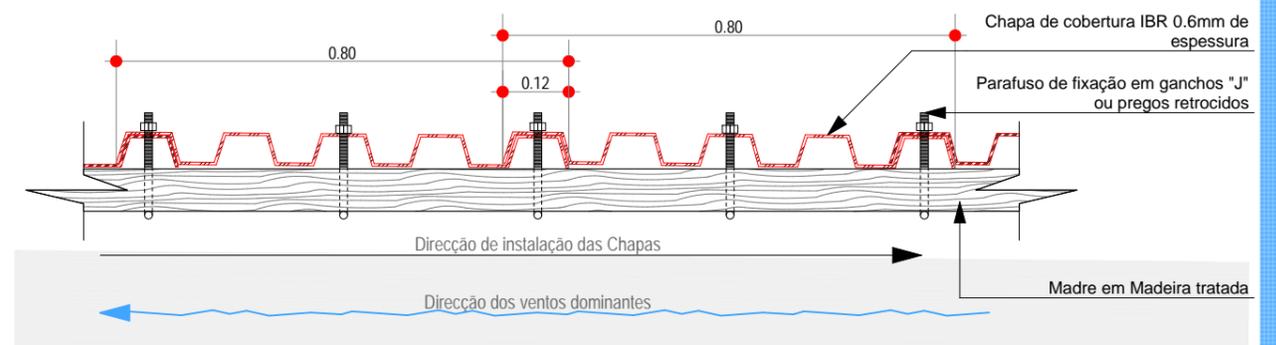
Fixação do Barrote na empena com viga de empena



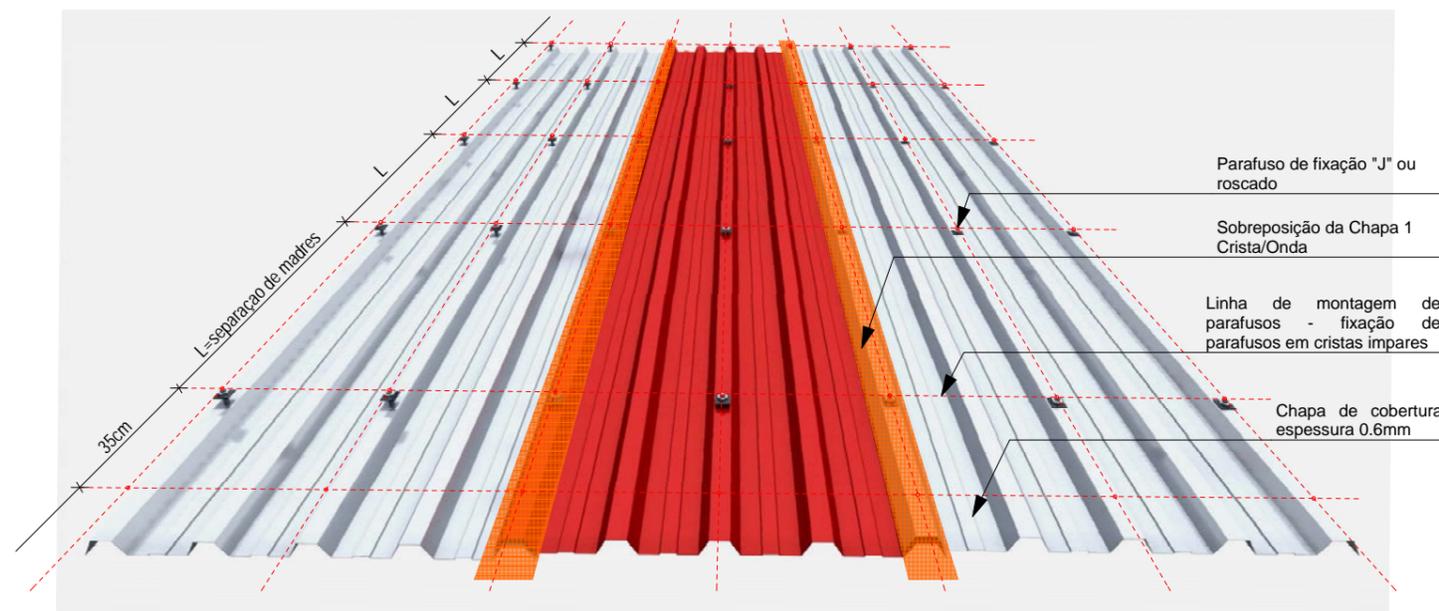
Madre em Madeira tratada
Asna em Madeira
Parafuso de fixação em ganchos "J" ou pregos retrocidos
Chapa de cobertura IBR 0.6mm de espessura



A. Corte detalhe de fixação da Chapa de cobertura 1:20



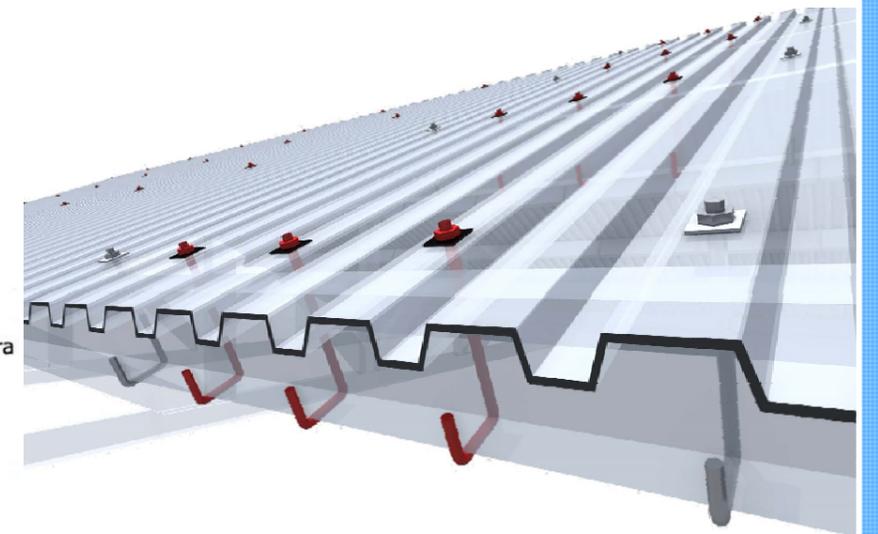
Esquema em 3D



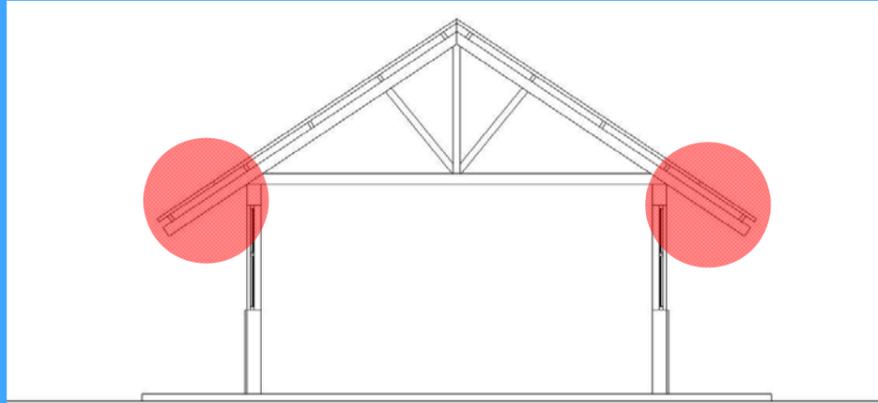
Alçado construtivo



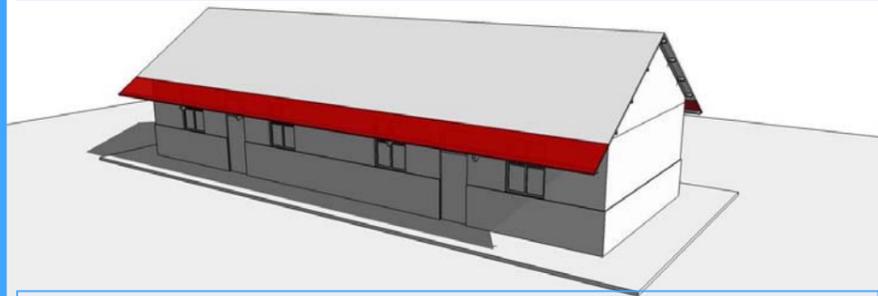
Devem ser usado prego retorcidos ou ganchos (j) para assegurar a chapa para os barrotes



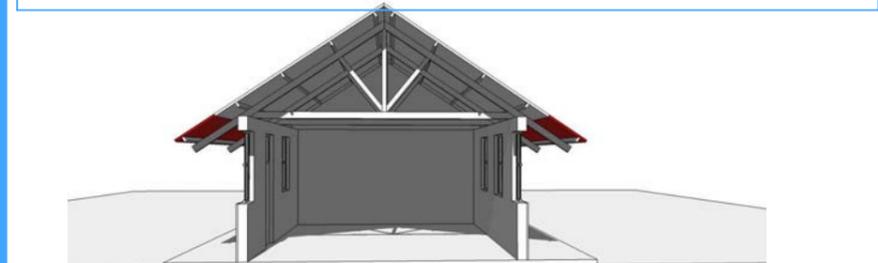
SITUAÇÃO ACTUAL



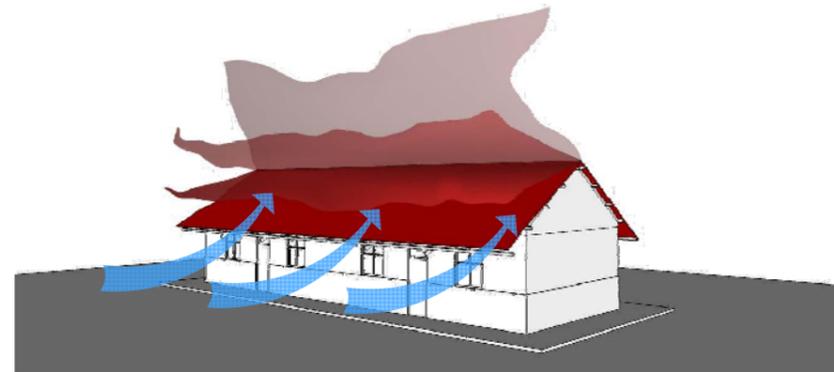
Actualmente, a varanda e o beirado são extensões da cobertura, devido ao comprimento além da parede e muitas das vezes não apresenta pilares para suportar a extensão das asnas.



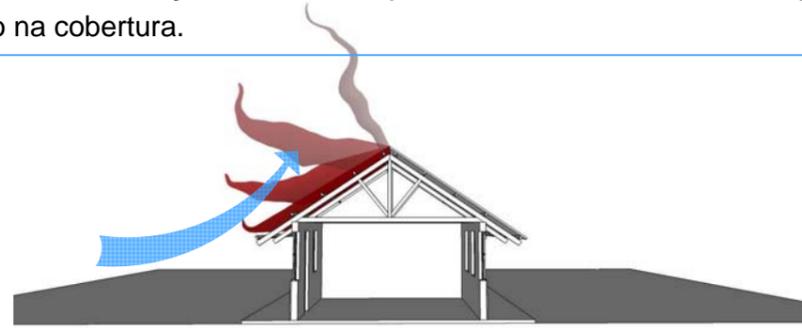
A Extensão da Varanda para além da parede é muito grande, chegando a medir cerca de 1.2m a 1.5m o que se não tiver reforços será prejudicial a estrutura da cobertura.



DANOS TÍPICOS



A Reflexão dos ventos do ciclone nas construções provoca um efeito de pressão e ou sucção sobre as superfícies do edifício tanto nas paredes como na cobertura.

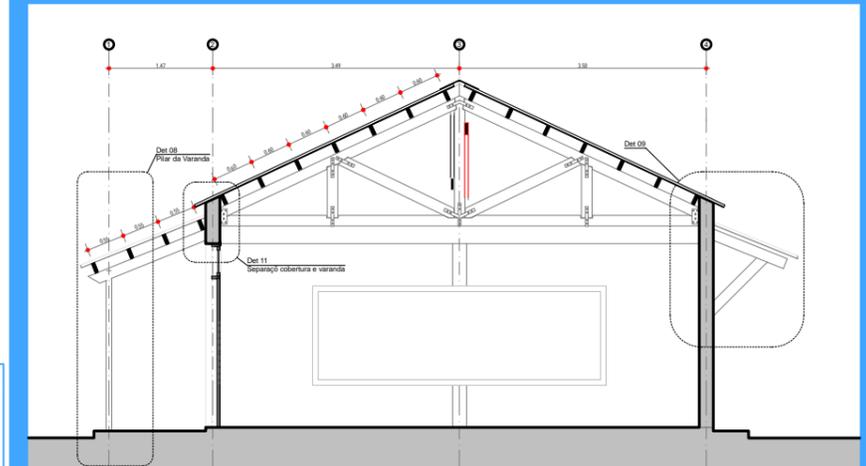


A cobertura funciona como uma vela de barco, perante o efeito do vento, isso facilita o levantamento da cobertura e na sua conseqüente destruição.

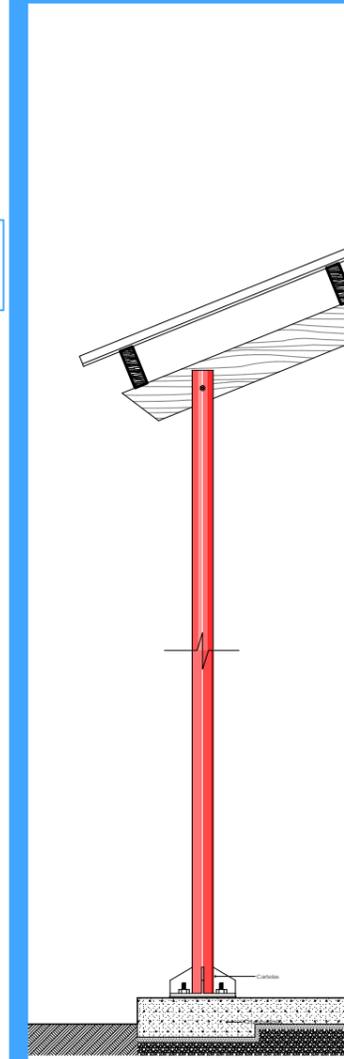


RECOMENDAÇÕES

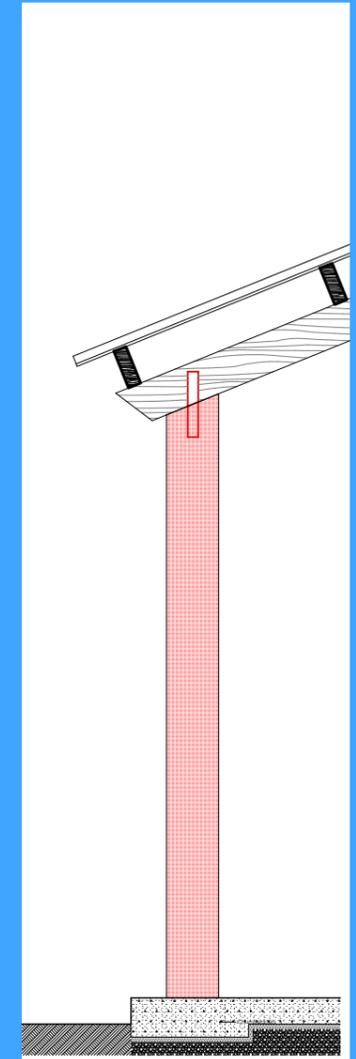
1. Separação da varanda da cobertura principal e Colocação de Pilares na Varanda

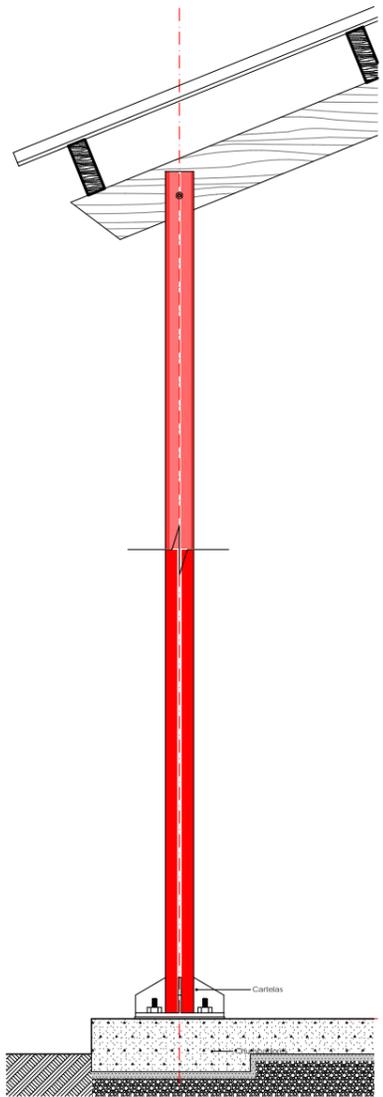
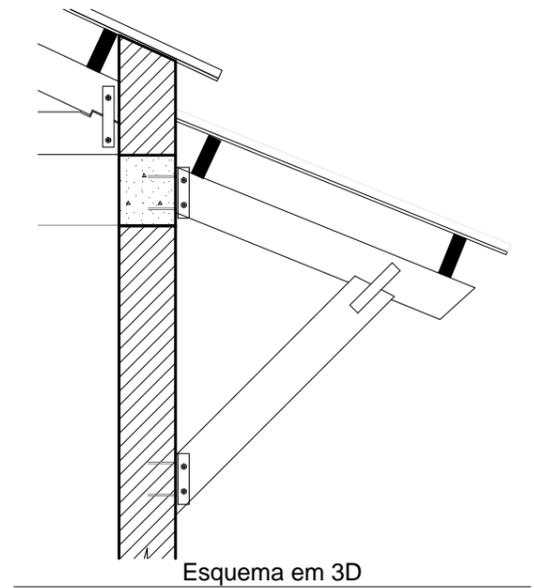
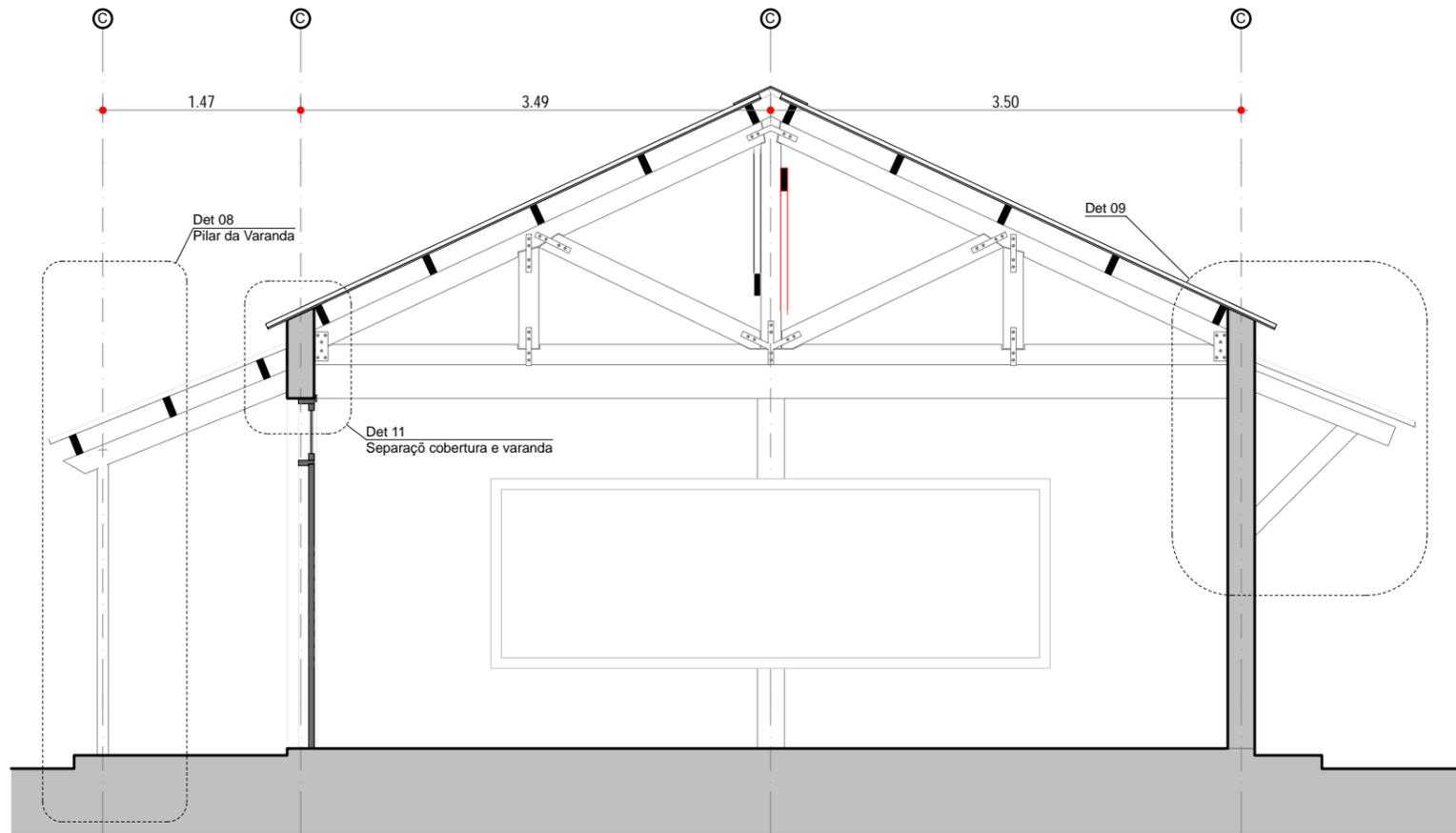


A. Uso de pilares metálicos

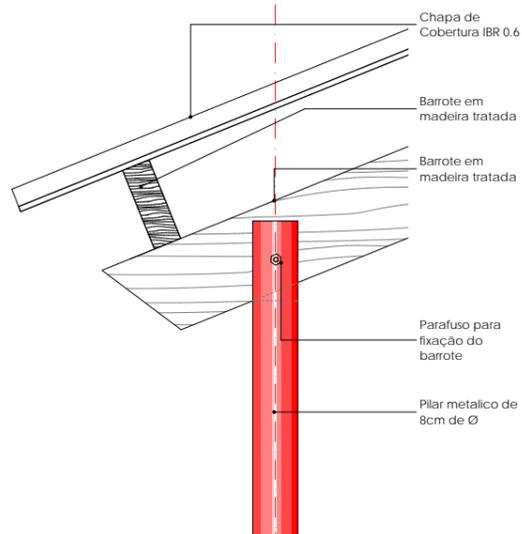


B. Uso de Pilares de Betão

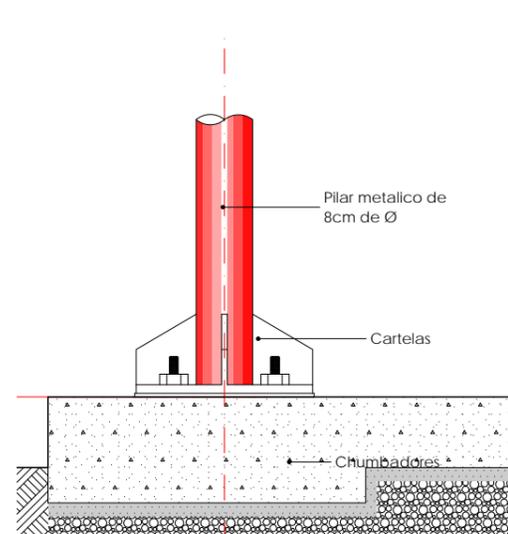




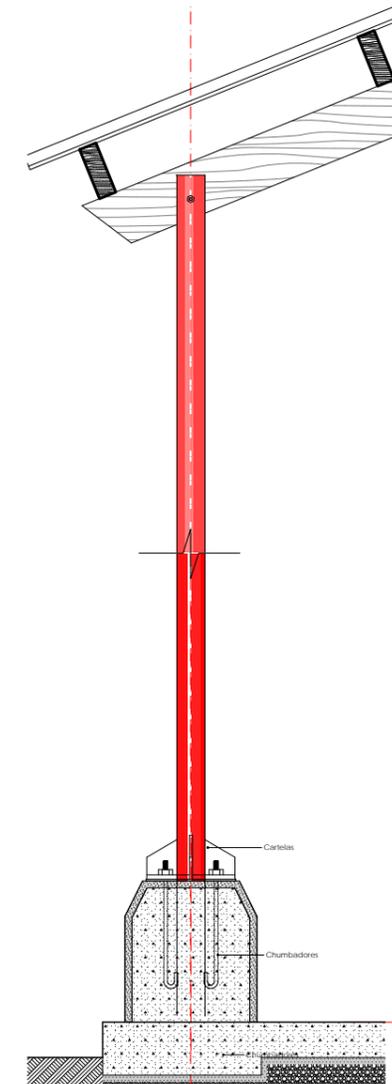
Base com Chumbadores



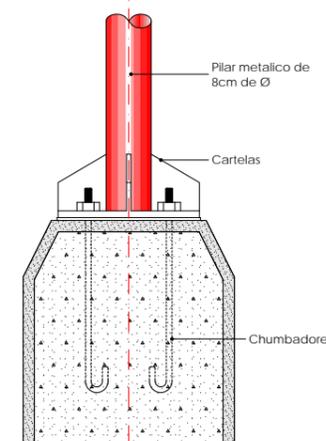
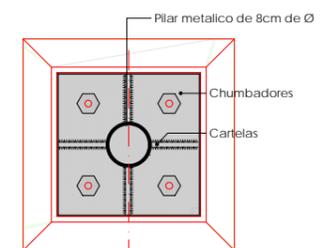
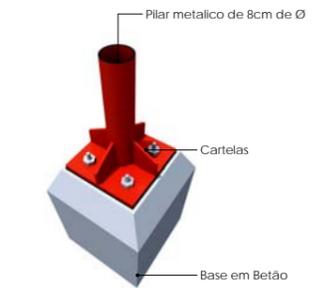
Base com Chumbadores



Base com Chumbadores

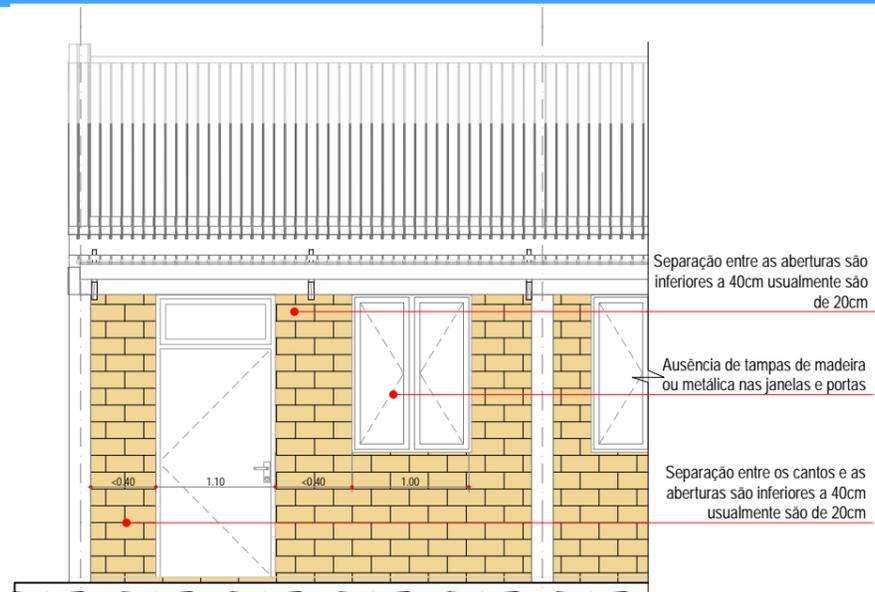
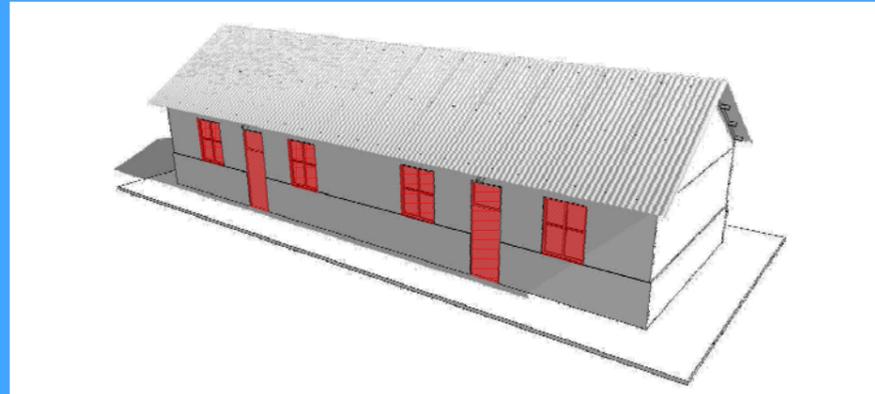


Esquema em 3D



Base com Chumba

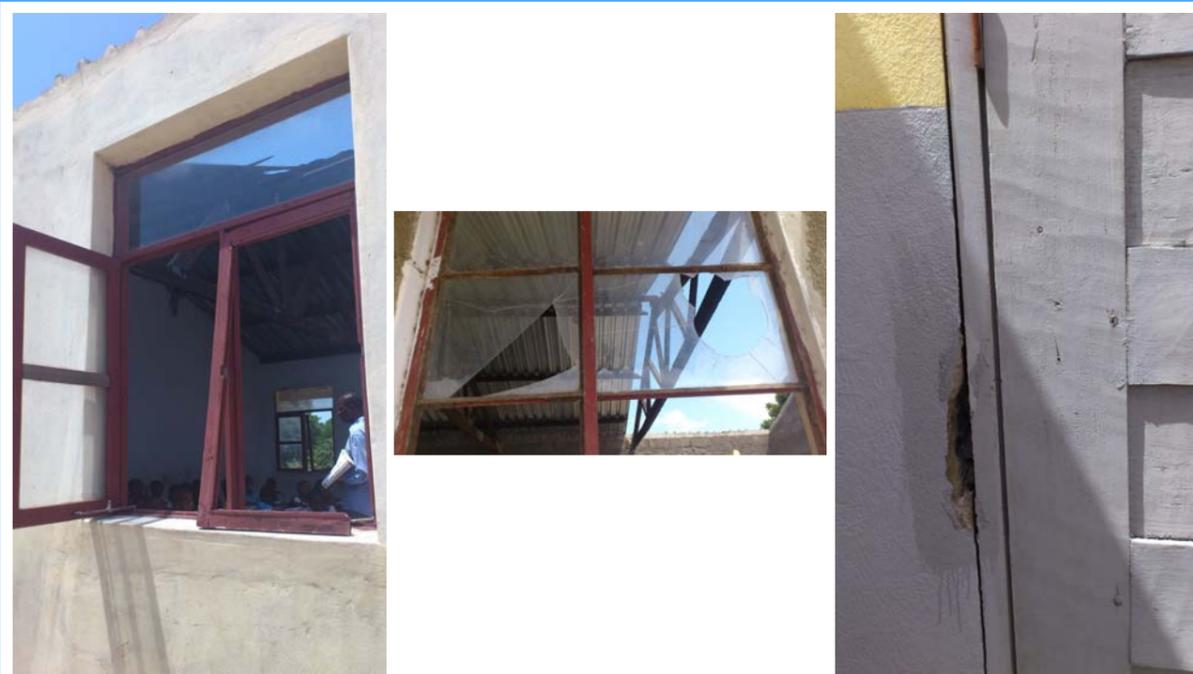
SITUAÇÃO ACTUAL



Actualmente as janelas das escolas são em madeira e não possuem tampas em madeira o que com a acção do vento pode provocar destruição dos elementos estruturais da escola.

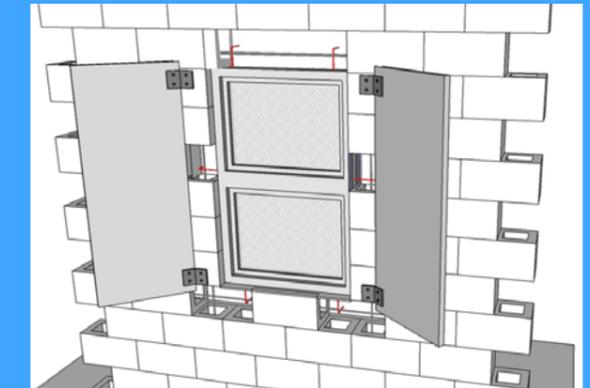
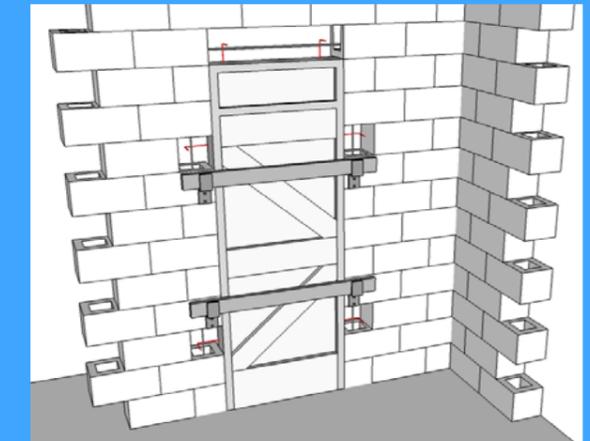


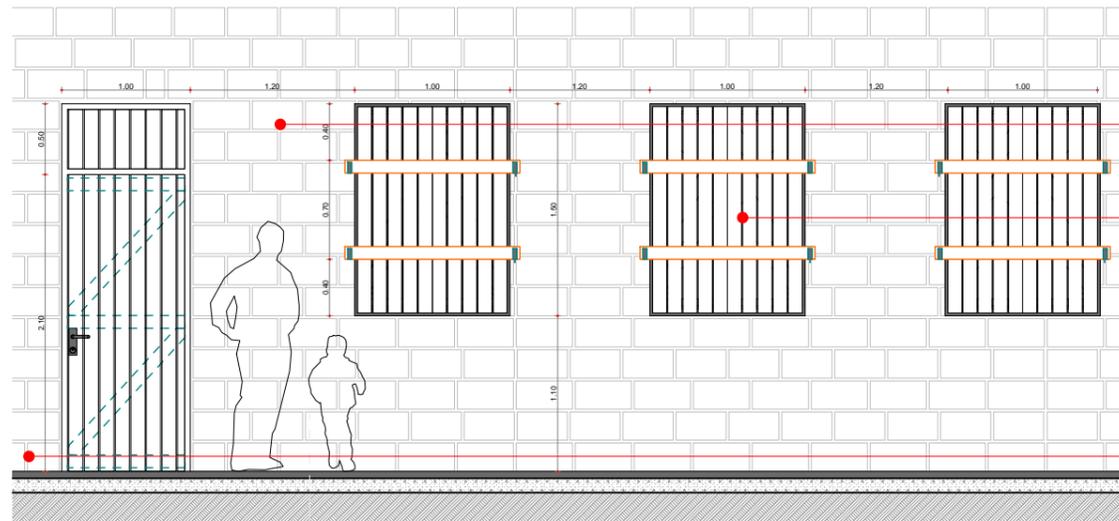
DANOS TÍPICOS



RECOMENDAÇÕES

1. Uso de tampas de madeira nas aberturas: portas e janelas com trancas em barra metálicas





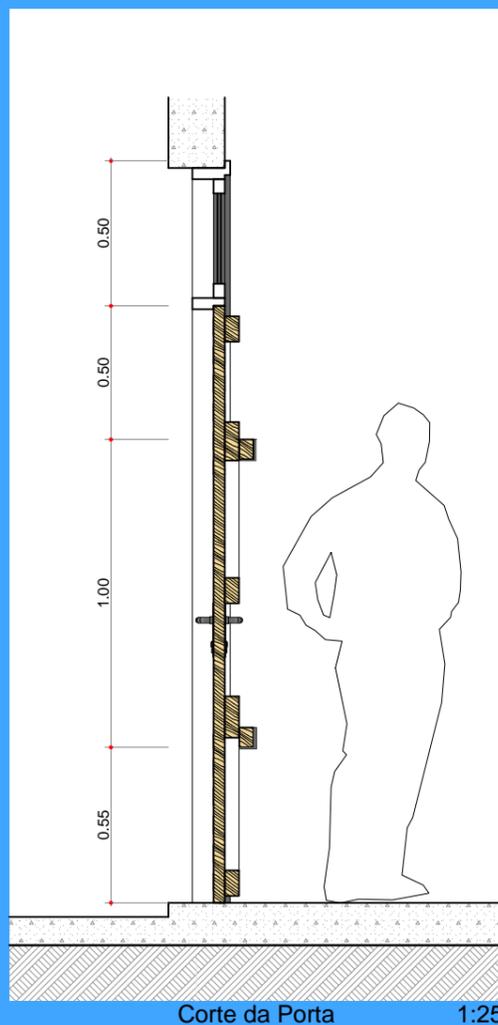
Separação entre as aberturas de cerca de 1.20m

Janelas e portas protegidas com tampas de madeira ou metálica

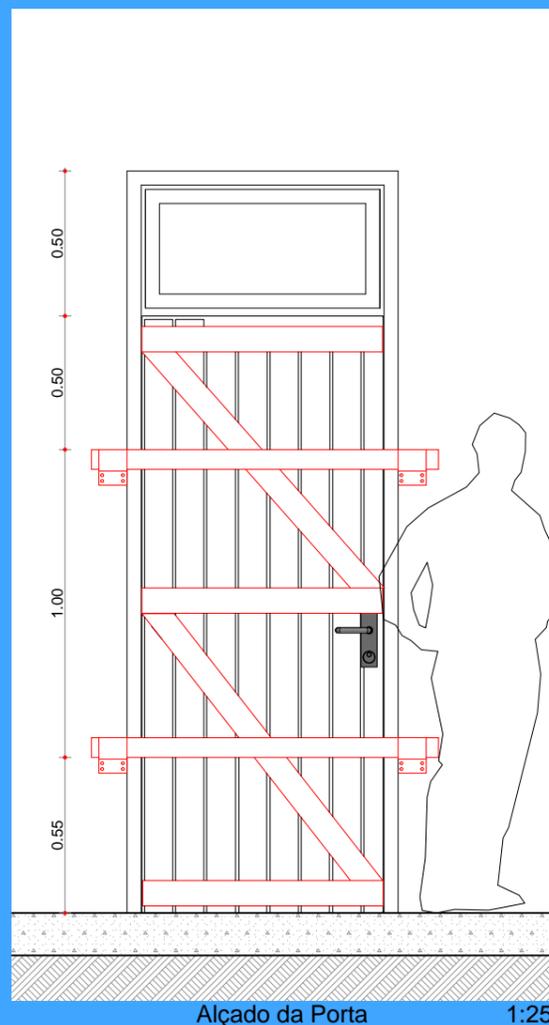
Separação entre os cantos e as aberturas com dimensões superiores a 0.60m



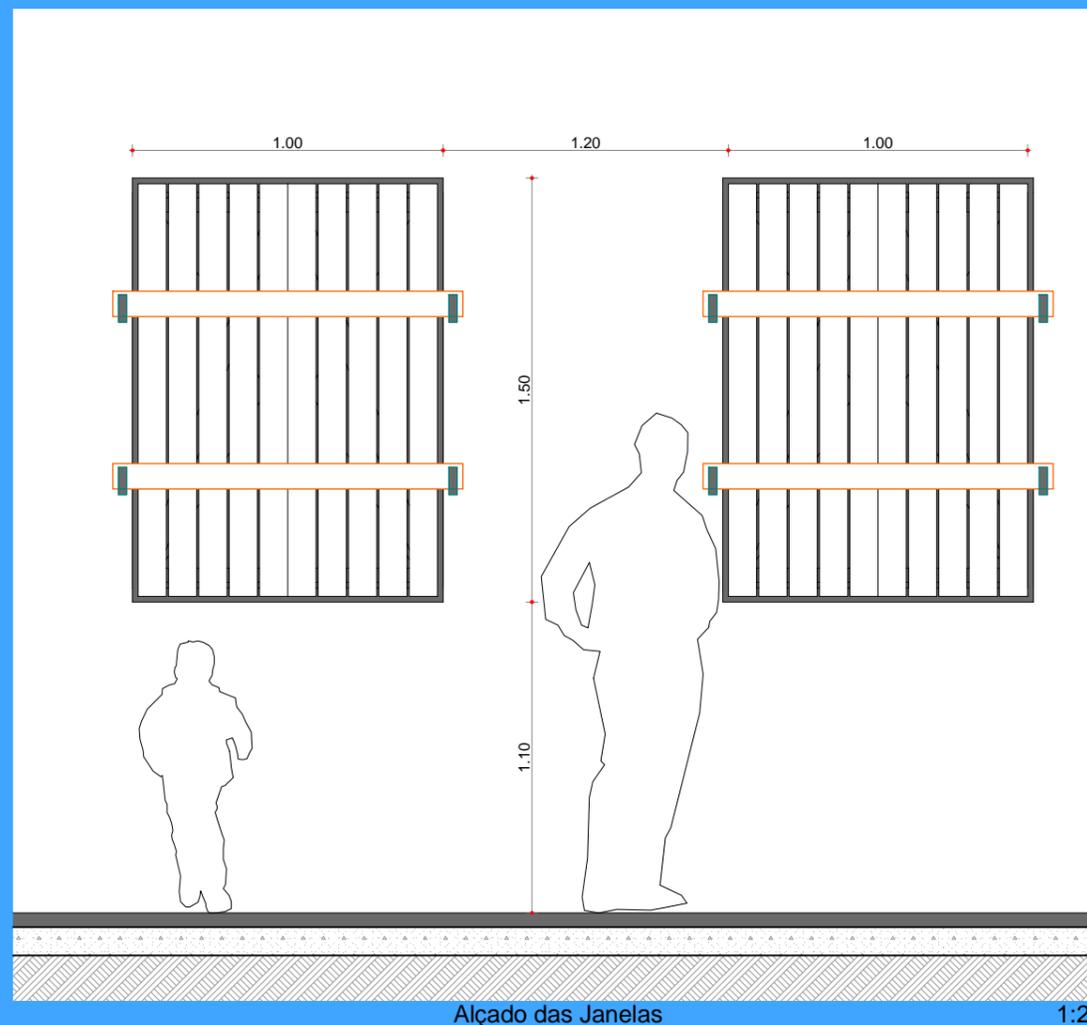
01. Alçado Ilustrativo 1:50



Corte da Porta 1:25



Alçado da Porta 1:25



Alçado das Janelas 1:25

