

Estrutura

## Custo comparado: laje maciça vigada x laje plana protendida

Além da diminuição de custos, a segunda opção propiciou redução de cinco meses na execução da estrutura

Por Aline Mariane

Edição 182 - Setembro/2016



O empreendimento misto é composto por uma torre corporativa, uma torre office-hotel, um centro de convenções, pavimentos de shopping e estacionamento

## Resumo da obra

Nome do empreendimento	<b>Nexus Shopping e Business</b>
Localização	<b>Avenida D/Avenida 85 e rua 143-A, setor Marista, Goiânia (GO)</b>
Construção	<b>Consciente JFG Incorporações e Participações</b>
Incorporação	<b>Consciente Construtora e Incorporadora Ltda.</b>
Torres	<b>uma torre laje corporativa, uma torre office e uma torre hotel</b>
Fundações	<b>contenção em parede-diafragma e sapatas</b>
Estrutura	<b>laje plana protendida</b>
Fechamento	<b>alvenaria de bloco de concreto e drywall</b>
Projeto de arquitetura	<b>Sense Arquitetura</b>
Quadro técnico	<b>Eng. Edijan Fernandes; Eng. Leonardo Menezes; Eng. Julliano Silva; Eng. Eric Tomo; Arquiteta Bruna Sattler</b>
Apresentação do empreendimento	<b>Empreendimento de uso misto, composto por dois subsolos, três pavimentos de shopping, oito decks de estacionamento, um centro de convenções, uma torre corporativa com 27 pavimentos (com heliponto) e uma torre office-hotel com 31 pavimentos</b>
Área do terreno	<b>9.951,86 m<sup>2</sup></b>
Área total construída	<b>136.800 m<sup>2</sup></b>
Início da obra	<b>abril de 2016</b>
Término da obra	<b>abril de 2020</b>

Com a necessidade de executar uma obra complexa dentro de um prazo curto comparado a sua dimensão, a Consciente Construtora deu início a uma busca por sistemas mais racionalizados que fornecessem agilidade à obra e, ao mesmo tempo, apresentassem custos competitivos. O empreendimento misto - Nexus - é composto por uma torre corporativa com 27 pavimentos, uma torre office- hotel com 31 andares; centro de convenções; dois subsolos; três pavimentos de shopping e oito decks de estacionamento. Durante o projeto, a construtora realizou um comparativo entre o sistema estrutural de laje maciça vigada e de laje plana protendida. A primeira opção, utilizada em obras residenciais da Consciente, já tinha um histórico de estudos relacionados à produtividade. A segunda opção exigiu que a equipe técnica realizasse visitas a outros empreendimentos em São Paulo, Brasília, Vitória, Porto Alegre e Fortaleza para que fosse possível verificar "in loco" a viabilidade do sistema.

Nessas visitas, a equipe realizou os estudos nos projetos de estrutura, aferiu as produtividades da mão de obra envolvida na etapa e conseguiu verificar um aumento de 70% na produtividade comparado ao sistema convencional de laje maciça vigada. "Quando se executa um sistema de laje plana, com a eliminação de vigas rebaixadas, a laje fica livre para ser forrada, num único plano. Isso possibilita um enorme ganho de produtividade", explica Leonardo Menezes, engenheiro da Consciente Construtora.

### OPÇÃO 1 - SISTEMA ATUAL - FÔRMA LAJE MACIÇA VIGADA - OFFICE-HOTEL

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)		CUSTO TOTAL (R\$)	
			MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL	MÃO DE OBRA
Confecção de fôrma (lajes, vigas e pilares)	m <sup>2</sup>	2.350,17	10,67	12,00	25.076,31	28.202,04
Montagem/desmontagem de fôrma lajes	m <sup>2</sup>	953,99	-	19,95	-	19.032,10
Montagem/desmontagem de fôrma vigas	m <sup>2</sup>	754,07	-	25,00	-	18.851,75
Montagem/desmontagem de fôrma pilares	m <sup>2</sup>	642,11	-	34,58	-	22.204,16
Concreto f <sub>ck</sub> 35 MPa, e = 33 gpa	m <sup>3</sup>	282,01	250,00	25,00	70.502,50	7.050,25
Montagem de aço CA-50 - vigas	kg	11.197,73	2,70	1,20	30.233,87	13.437,28
Montagem de aço CA-50 - lajes	kg	9.095,00	2,70	0,55	24.556,50	5.002,25
Montagem de aço CA-50 - pilares	kg	7.008,75	2,70	0,41	18.923,63	2.873,59
<b>Custo total (R\$)</b>					<b>169.292,81</b>	<b>116.653,42</b>
<b>Custo total geral (R\$)</b>						<b>285.946,23</b>

Clique [aqui](#) para ampliar a imagem

## OPÇÃO 2 - SISTEMA PROPOSTO - FÔRMA COM LAJE PLANA PROTENDIDA OFFICE-HOTEL

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)		CUSTO TOTAL (R\$)	
			MATERIAL	MÃO DE OBRA	MATERIAL	MÃO DE OBRA
Confeção de fôrma (lajes, vigas e pilares)	m <sup>2</sup>	1.969,480	10,67	12,00	21.014,35	23.633,76
Montagem/desmontagem de fôrma lajes	m <sup>2</sup>	1.045,100	-	19,95	-	20.849,75
Montagem/desmontagem de fôrma vigas	m <sup>2</sup>	282,360	-	25,00	-	7.059,00
Montagem/desmontagem de fôrma pilares	m <sup>2</sup>	642,110	-	34,58	-	22.204,16
Concreto f <sub>ck</sub> 35 MPa, e = 33 gpa	m <sup>3</sup>	323,31	250,00	25,00	80.827,50	8.082,75
Montagem de aço CA-50 – vigas	kg	4.029,000	2,70	1,20	10.878,30	4.834,80
Montagem de aço CA-50 (tela para laje)	kg	5.533,00	3,20	0,32	17.705,60	1.770,56
Montagem de aço CA-50 – pilares	kg	7.008,750	2,70	0,41	18.923,63	2.873,59
Cordoalha de protensão	kg	4.556,00	9,00	0,50	41.004,00	2.278,00
<b>Custo total (R\$)</b>					<b>190.353,38</b>	<b>93.586,37</b>
<b>Custo total geral (R\$)</b>						<b>283.939,74</b>

Clique [aqui](#) para ampliar a imagem

No comparativo realizado pela construtora, que teve como base um pavimento da torre office-hotel e outro pavimento da torre corporativa, foi possível verificar que o segundo sistema, de laje plana protendida, apresentou redução de custos na comparação com o primeiro. "Com relação à mão de obra, a laje plana oferece a condição de trabalhar com o sistema de escoramento de 'mesas voadoras', sistema que possibilita otimização na montagem da fôrma, tornando a execução mais rápida, reduzindo o ciclo da estrutura", complementa Menezes. Devido à protensão nas lajes, houve também queda significativa na quantidade de armadura no pavimento, possibilitando redução na equipe de armadores envolvida. Tudo isso compensou, em termos de custos, o acréscimo no volume de concreto no sistema adotado.

Além disso, com lajes planas, a construtora conseguirá obter maior produtividade e racionalização para execução das disciplinas de instalações no empreendimento, eliminando conexões, desvios e possibilidades de furações em vigas, de acordo com o engenheiro.

A redução significativa da área de vigas possibilitou ainda diminuição na área de fôrma do pavimento. Como exemplo, no item do comparativo "concepção de fôrma (laje, vigas e pilares), área de montagem", no sistema de laje maciça vigada com área de 2.350,17 m<sup>2</sup>, os custos com mão de obra chegam a R\$ 28.202,04. No sistema de laje plana protendida, a área de montagem diminui para 1.969,48 m<sup>2</sup>, fazendo com que os custos com mão de obra acompanhem essa queda, chegando a R\$ 23.633,76. É possível verificar essa redução em outros itens da tabela, analisando o comparativo da torre office-hotel.

Ainda nesse mesmo estudo, na primeira opção de laje maciça vigada, o custo total chegava a R\$ 285.946,23. Já a segunda opção apresentou redução de R\$ 2.006,49, totalizando R\$ 283.939,74 em custo. O estudo feito com o pavimento da torre corporativa apresentou redução de R\$ 287.580,49 no sistema de laje plana protendida.

Todos esses aspectos em conjunto foram fundamentais para a escolha dessa alternativa. Com essa mudança, a construtora reduzirá dois dias no ciclo de fôrma, levando a uma diminuição significativa de tempo: cinco meses na execução da estrutura das torres. Esses fatores determinaram a preferência pela laje plana protendida na obra do Nexus. "Essa escolha representou até uma mudança de paradigma, porque nos empreendimentos em Goiânia não é convencional realizar o sistema de laje plana", conta o engenheiro.

Após realizar o estudo referente à estrutura, a Consciente aprofundou estudos também sobre o sistema de fechamento. Entre alvenaria de bloco cerâmico e parede de drywall, a segunda opção, também nova para a construtora, foi adotada em função da racionalização de custos de mão de obra, agilidade no processo e uma obra mais limpa.

Apoio de engenharia: Fernando Benigno/PINI Engenharia

Esta seção mostra estudos feitos pelas construtoras. As projeções só valem para o caso apresentado. O sistema apontado como mais competitivo pode mostrar-se inviável em obras com outras características e dimensões. O estudo apresentado não deve ser tomado como padrão estrito para decisões de orçamento e escolha de materiais ou sistemas. Construtoras poderão enviar estudos comparativos para publicação nesta seção. Fale com a Redação pelo telefone (11) 2173-2313 ou envie e-mail para [construcao@pini.com.br](mailto:construcao@pini.com.br)