

**II Conferência Brasileira de Restauração Ecológica
X Simpósio Brasileiro de Sementes Florestais**
Belo Horizonte, MG BRASIL
Novembro 21 a 23, 2018

Qualidade Genética das Sementes na Restauração Florestal:

A Experiência do USDA Forest Service na California

Arnaldo Ferreira

**USDA Forest Service
Pacific Southwest Region**





USDA Forest Service na California



California

The Golden State

Eureka

Redding

Napa Valley

Sacramento

Lake Tahoe

Oakland

San Francisco

San Jose

Yosemite

Fresno

Santa Maria

Santa Barbara

Pasadena

HOLLYWOOD

Los Angeles

San Diego

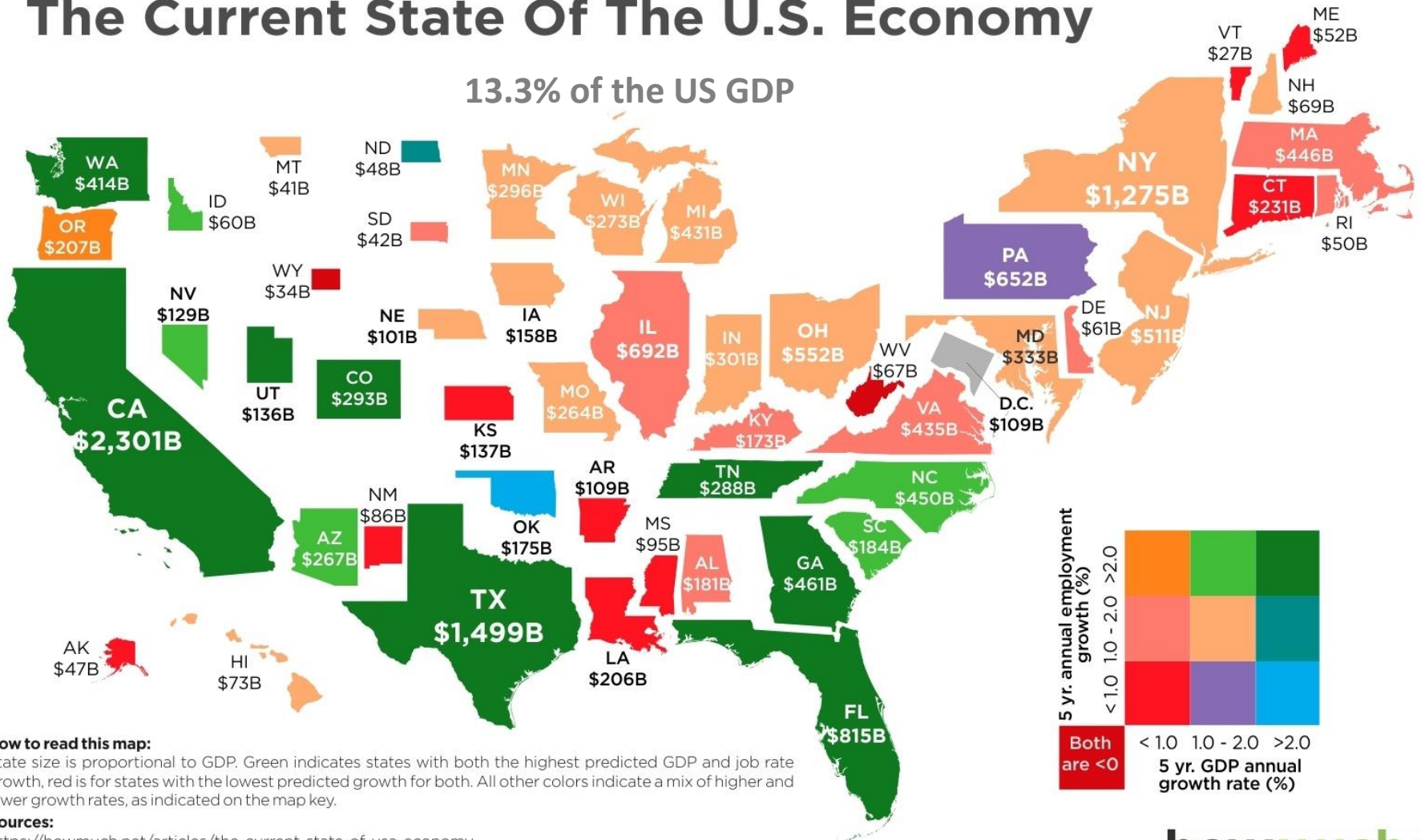


USDA Forest Service na California

Contribuição da California no PIB 2016 dos Estados Unidos

The Current State Of The U.S. Economy

13.3% of the US GDP



How to read this map:

State size is proportional to GDP. Green indicates states with both the highest predicted GDP and job rate growth, red is for states with the lowest predicted growth for both. All other colors indicate a mix of higher and lower growth rates, as indicated on the map key.

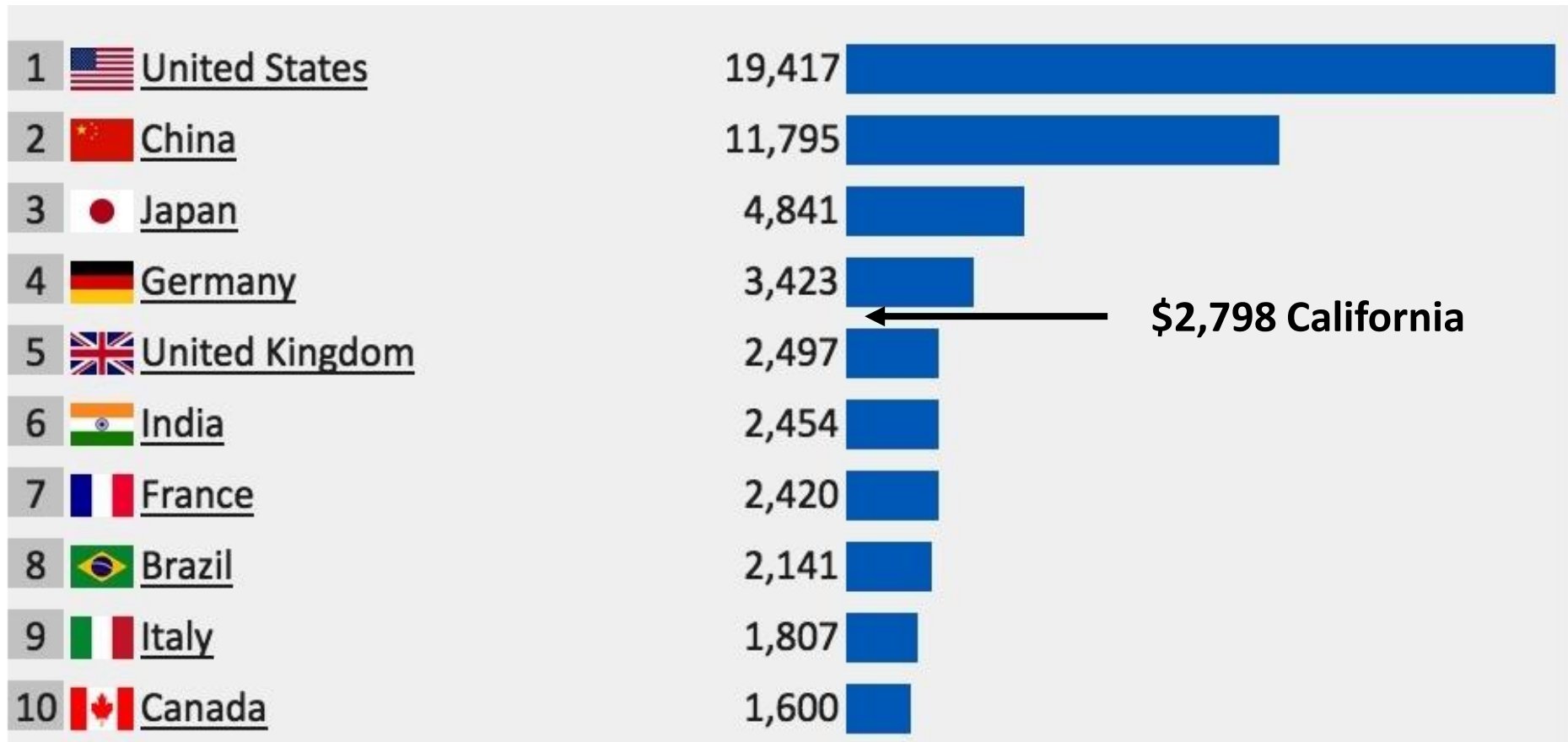
Sources:

<https://howmuch.net/articles/the-current-state-of-usa-economy>
<https://howmuch.net/sources/the-current-state-of-usa-economy>

USDA Forest Service na California

PIB da California 2017

Trilhões de dolares



USDA Forest Service na California

Florestas nos Estados Unidos

■ Urban development

Wetlands

Forest

■ Woody

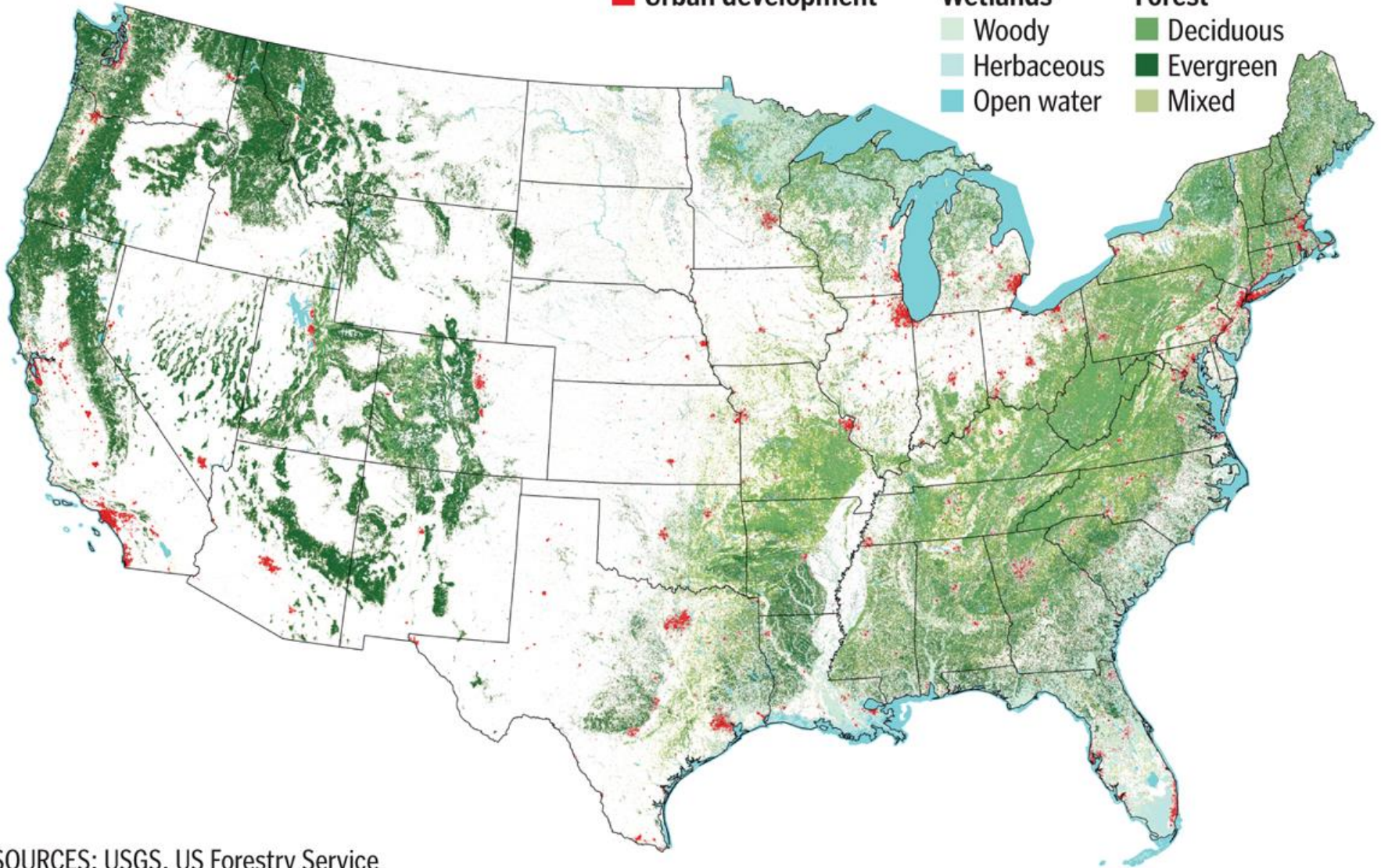
■ Herbaceous

■ Open water

■ Deciduous

■ Evergreen

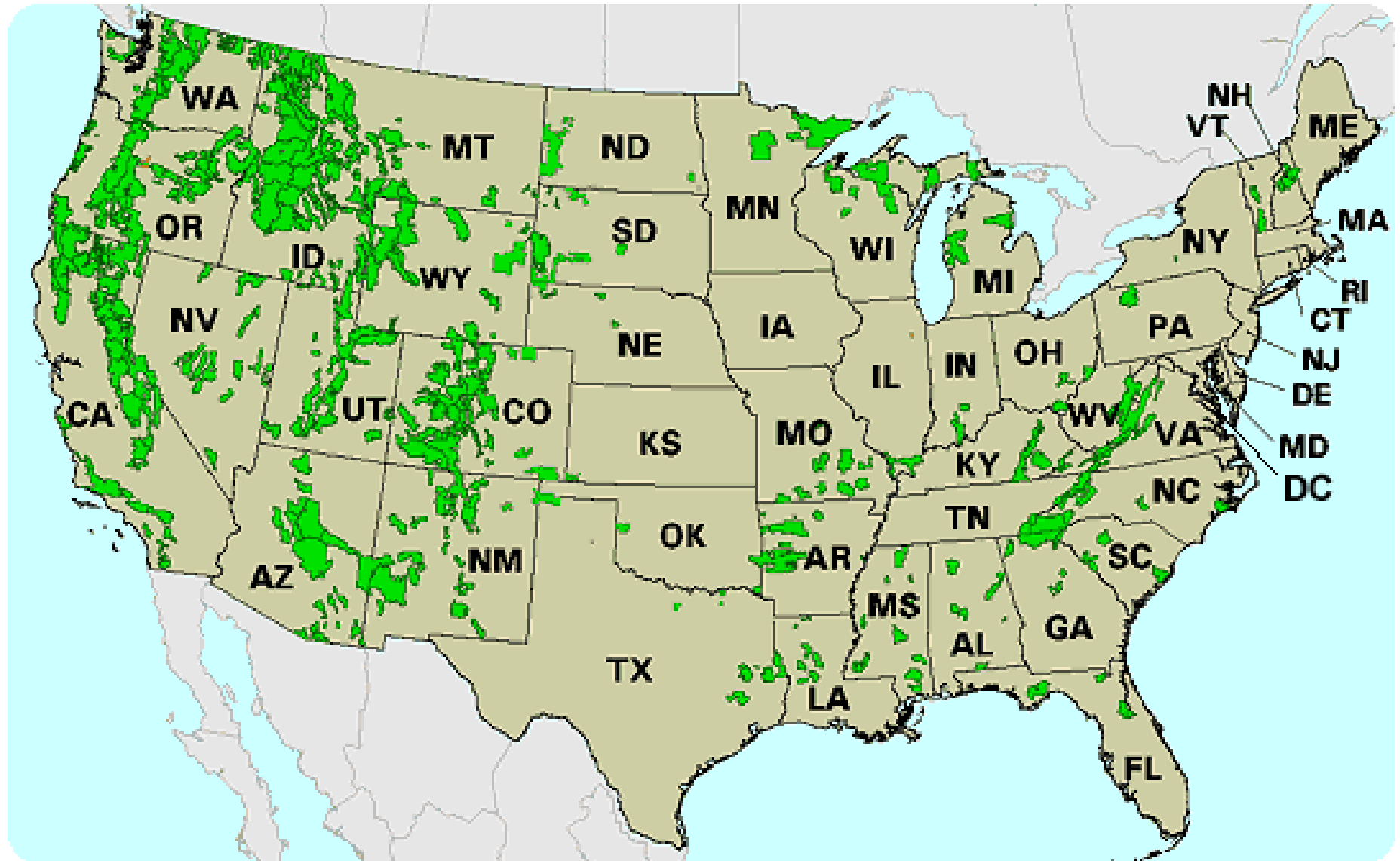
■ Mixed



SOURCES: USGS, US Forestry Service

USDA Forest Service na California

Forestas Nacionais nos Estados Unidos



USDA Forest Service na California

Area das Forestas Nacionais na California



USDA Forest Service na California

Área das Florestas Nacionais na California

8.15 milhões de hectares em **18** Florestas Nacionais na California.

5.34 milhões de hectares de florestas:

- 0.95 milhões de hectares de Hardwoods, Pinyon, Junipers, Cypress
- 4.4 milhões de hectares com outras coníferas

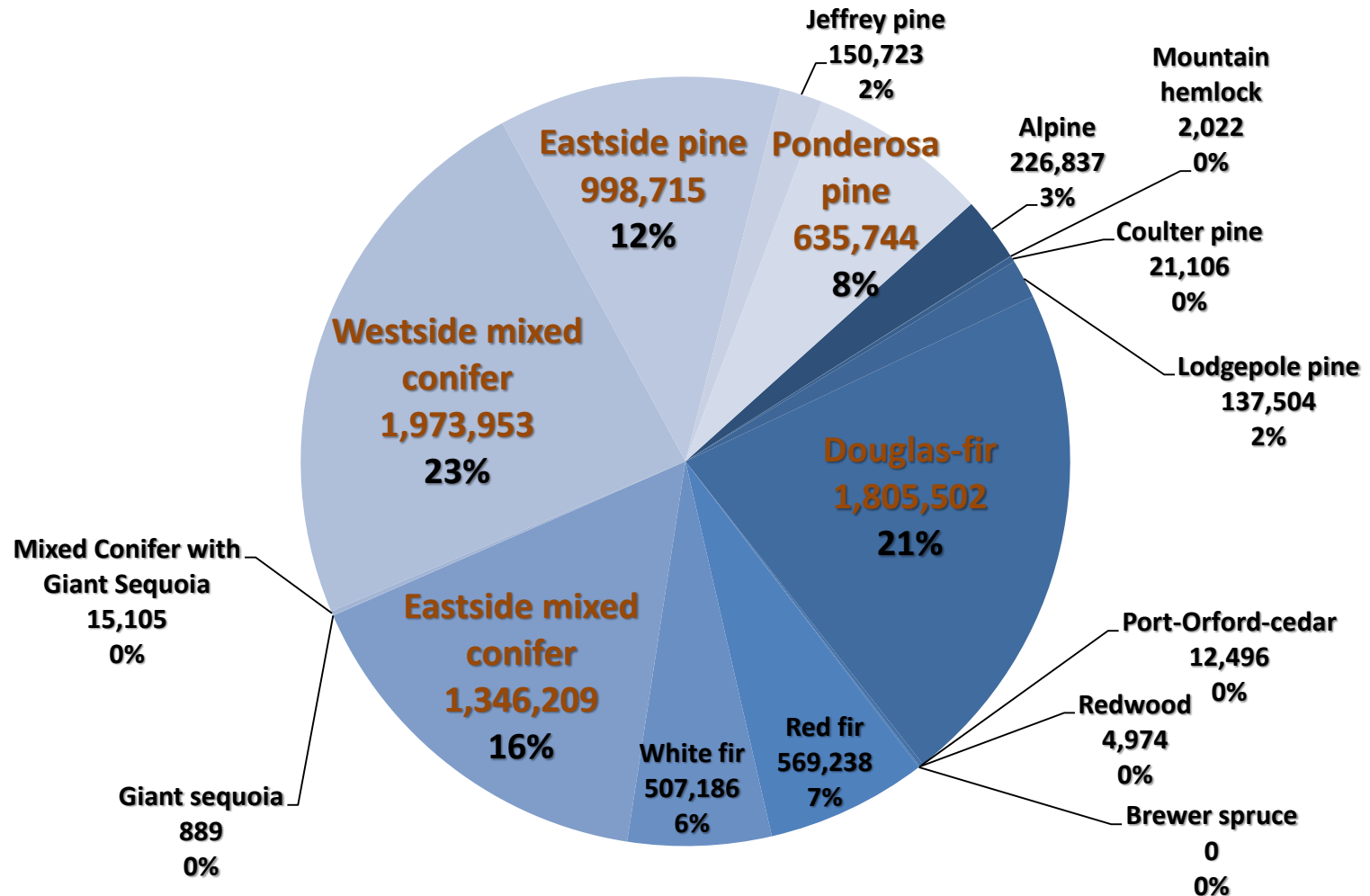
3.4 milhões de hectares de base florestal com prioridade para Restauração Ecológica



USDA Forest Service na California

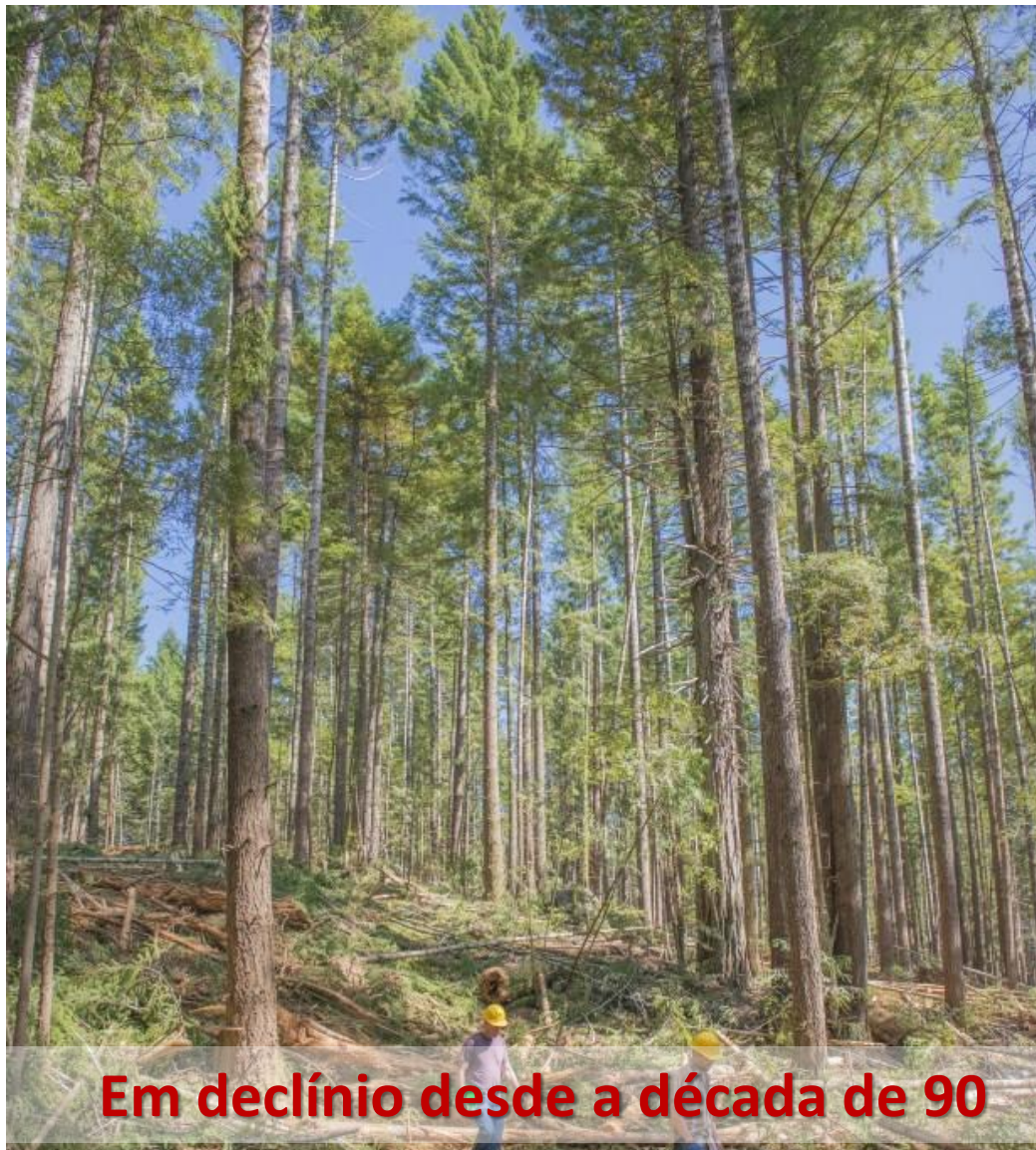
Área das Forestas Nacionais na California

Distribuição por tipos florestais de 3.4 million hectares com prioridade para Restauração Ecológica



USDA Forest Service na California

Manejo Sustentável na Exploração de Madeira



Em declínio desde a década de 90



Necessidade de Restauração Ecológica na California

Necessidade de Restauração Ecológica

Incêndios Florestais

Moonlight Fire – Plumas National Forest



Necessidade de Restauração Ecológica

Fatores Bióticos e Abióticos

Doenças



Seca



Insetos



Necessidade de Restauração Ecológica

Fatores Bióticos e Abióticos

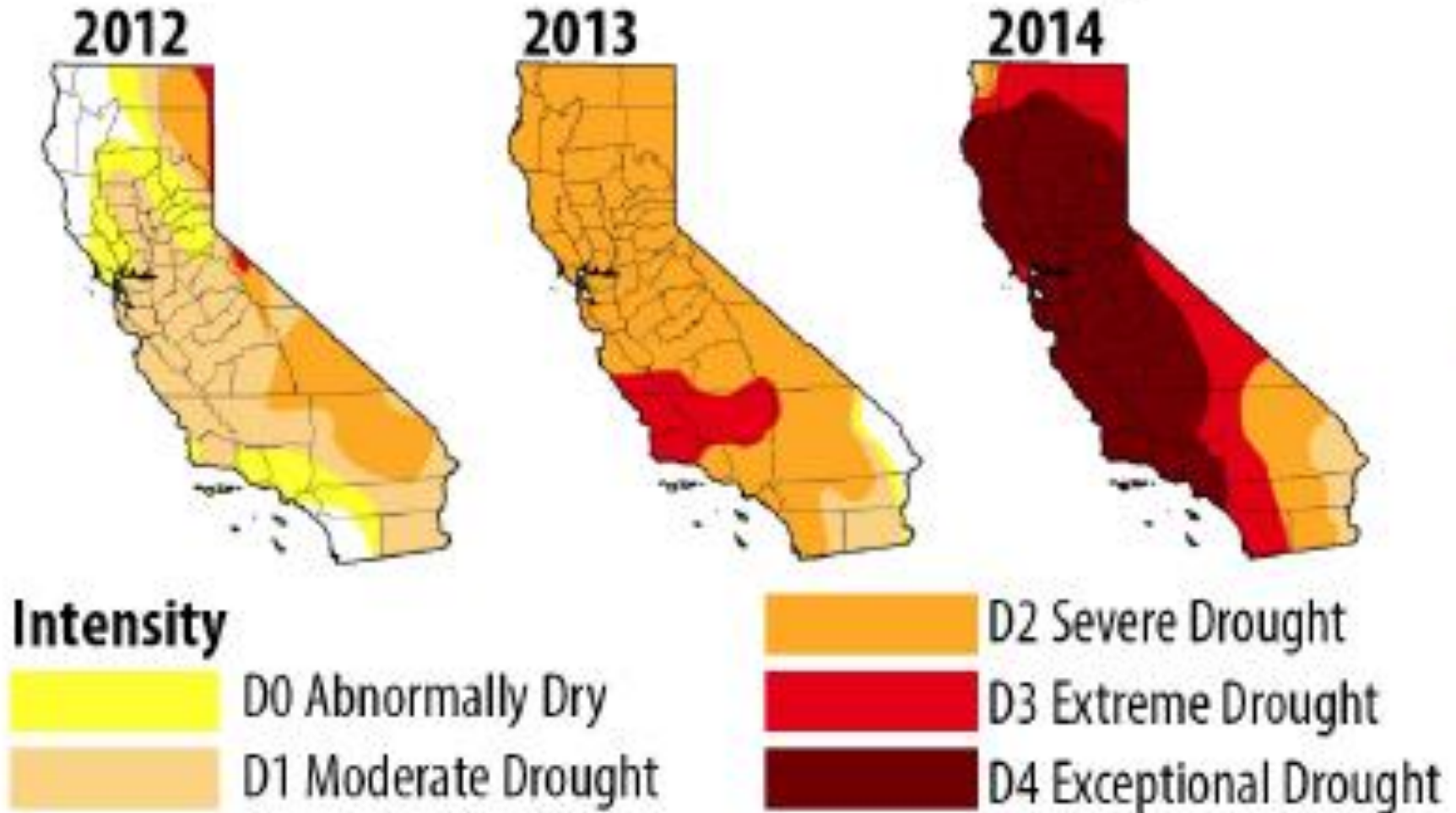
Mortalidade por Seca e Bark Beetle in Whitebark pine



Necessidade de Restauração Ecológica

Fatores Bióticos e Abióticos

Monitoramento da Seca na California



Necessidade de Restauração Ecológica

Fatores Bióticos e Abióticos

Monitoramento da Seca na California

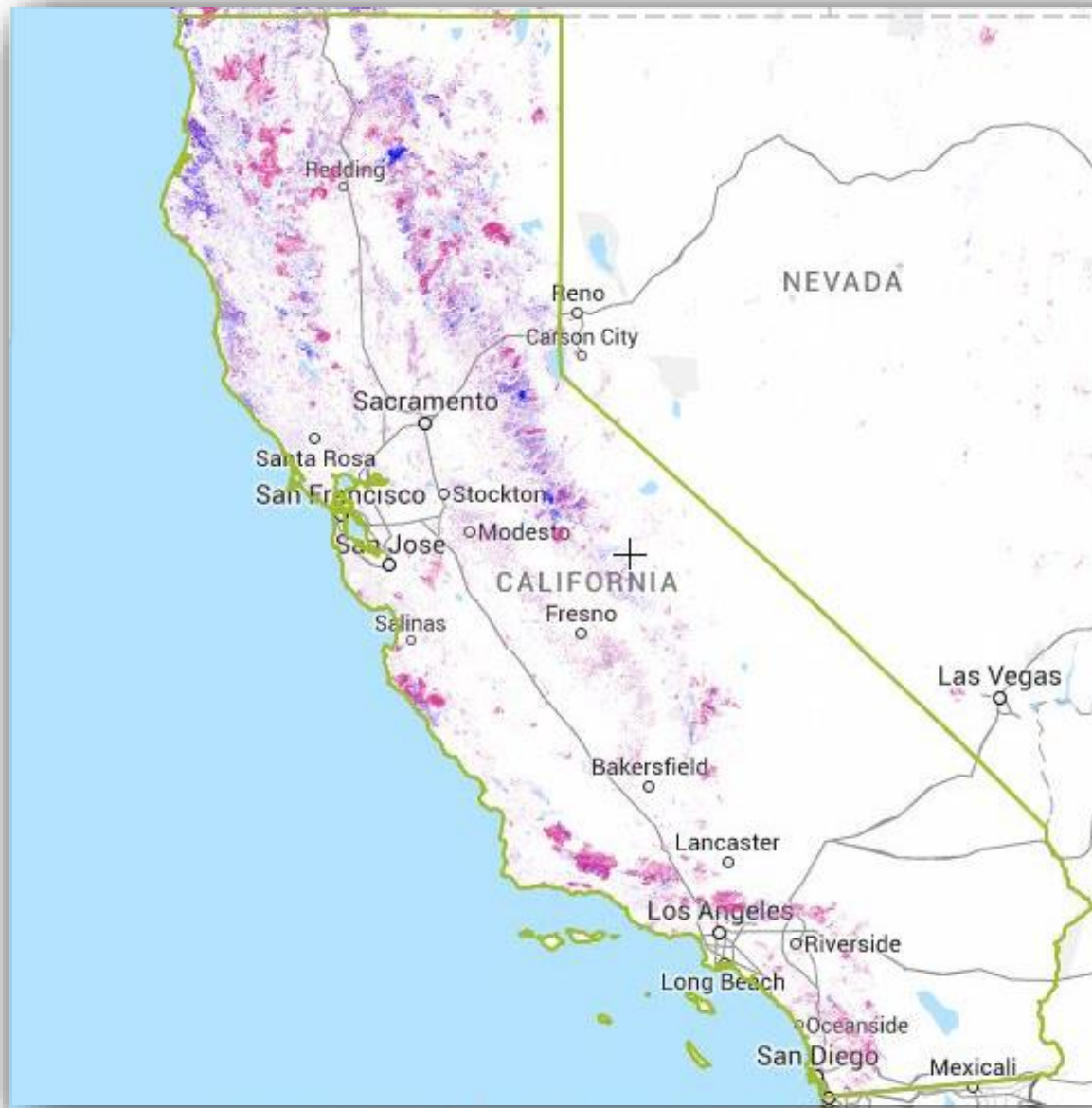


The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. For more information:

DroughtMonitor.unl.edu/

Necessidade de Restauração Ecológica

Perda de Cobertura Florestal na Califórnia



2001
Ano de Referência

até **2002**

até **2003**

até **2005**

até **2006**

até **2009**

até **2011**

até **2013**

até **2015**

**Mais de 1.12
milhões de
hectares de
cobertura
florestal (>30%
canopy) perdidos
em 14 years.**

FOREST CHANGE

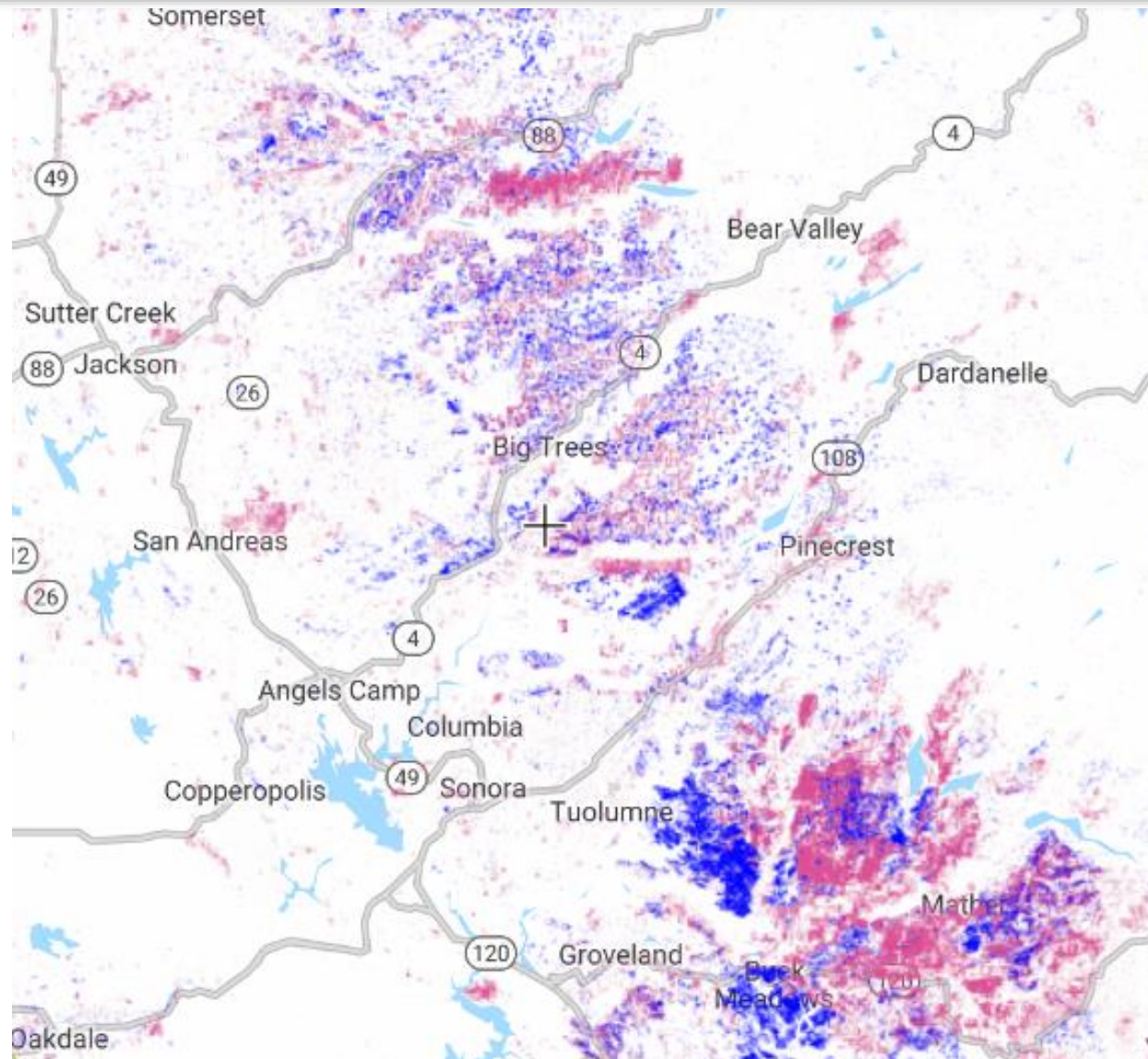
● Tree cover gain

● Tree cover loss

Source: Data extracted from the Global Forest Watch Database (2017)

Necessidade de Restauração Ecológica

Perda de Cobertura Florestal Eldorado NF & Stanislaus NF



**Ganho e Perda da
Cobertura Florestal
2001 - 2015**

**As Forestas
Nacionais do
Eldorado e Stanislaus
com mais de 100 mil
hectares de passivo
florestal em 14 anos.**

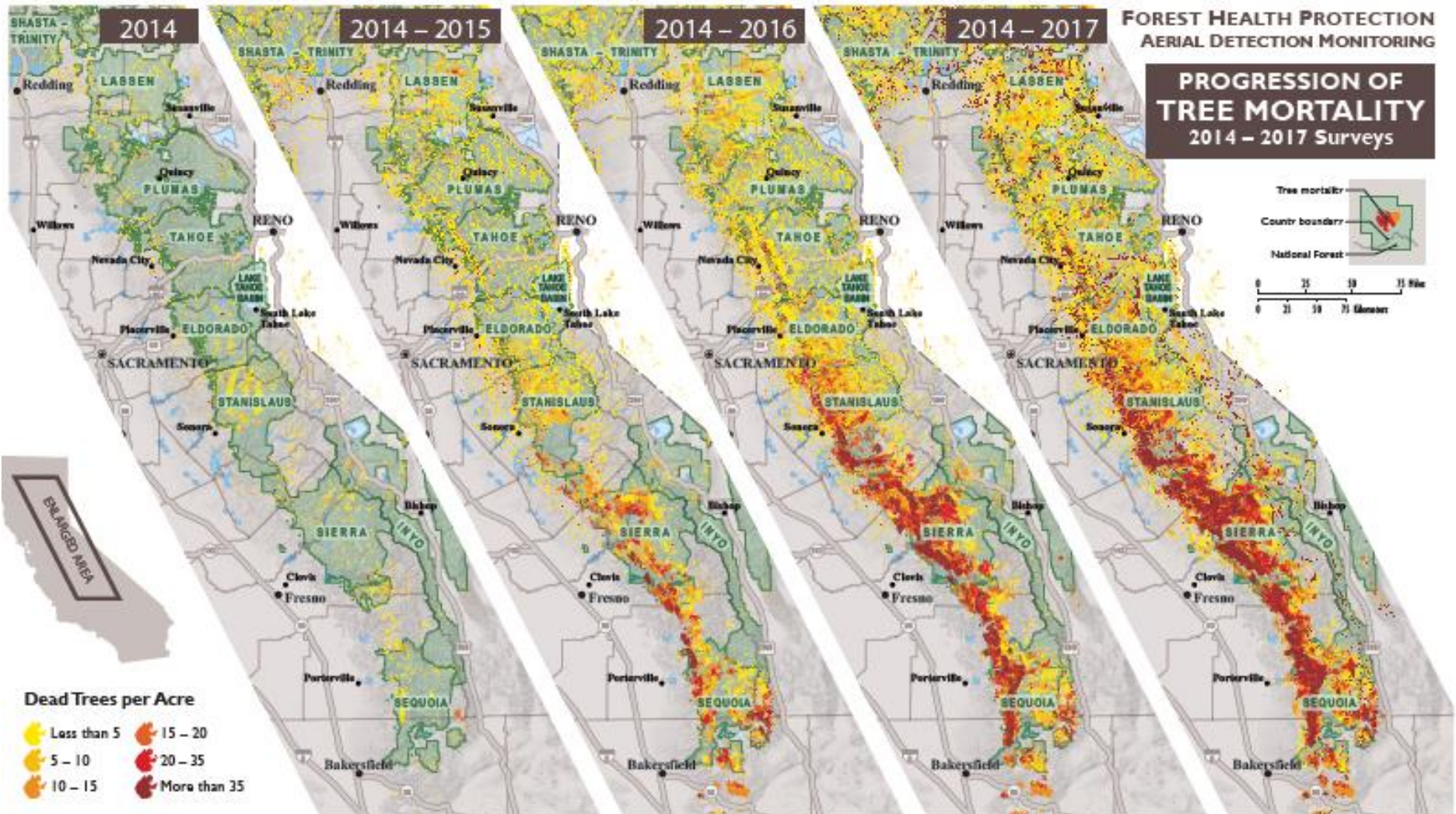
FOREST CHANGE

- Tree cover gain
- Tree cover loss

*Source: Data extracted
from the Global Forest
Watch Database (2017)*

Necessidade de Restauração Ecológica

Mortalidade de Árvores na Sierra Nevada



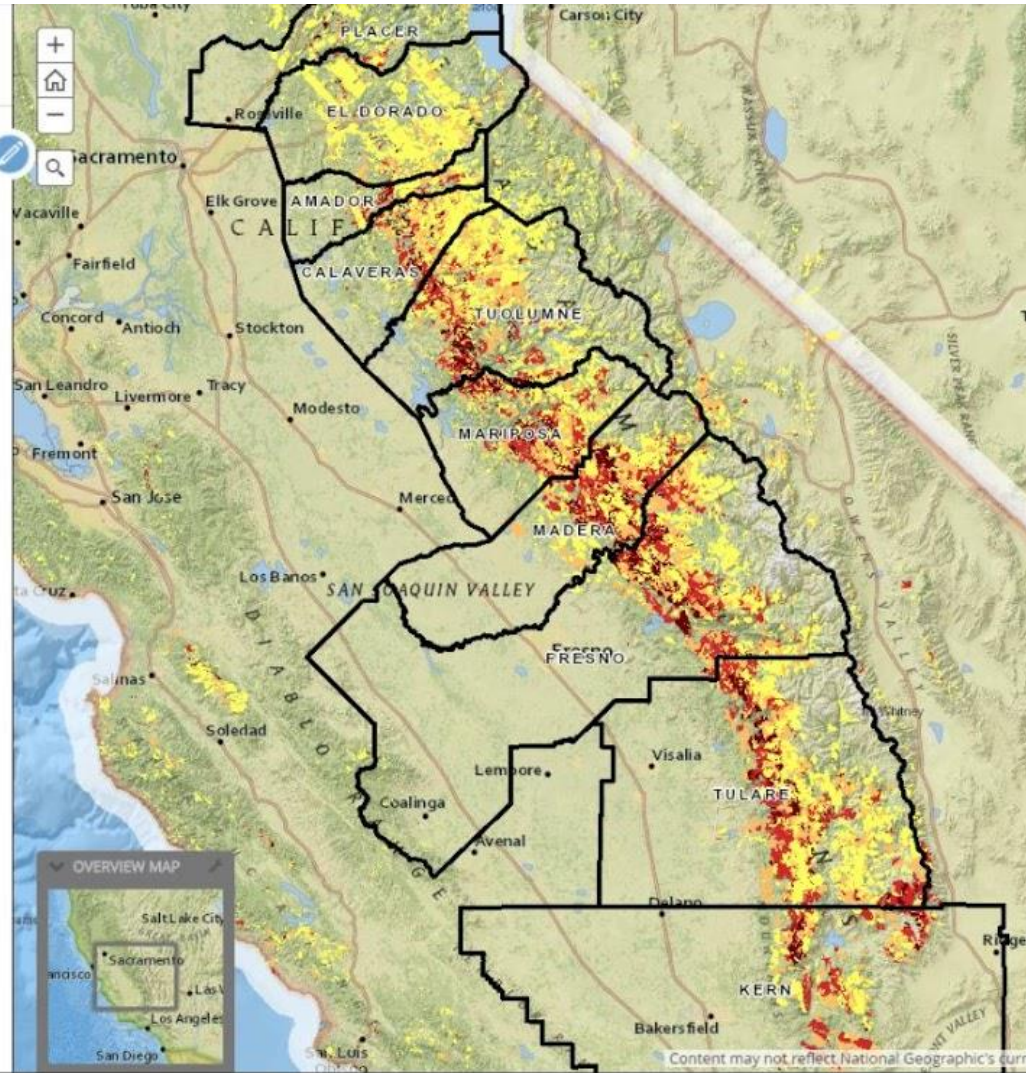
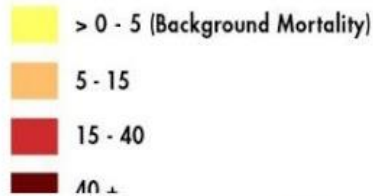
Necessidade de Restauração Ecológica

Mortalidade de Árvores na Sierra Nevada

76 MILLION
DEAD TREES IN JUST
10 HIGH PRIORITY
COUNTIES

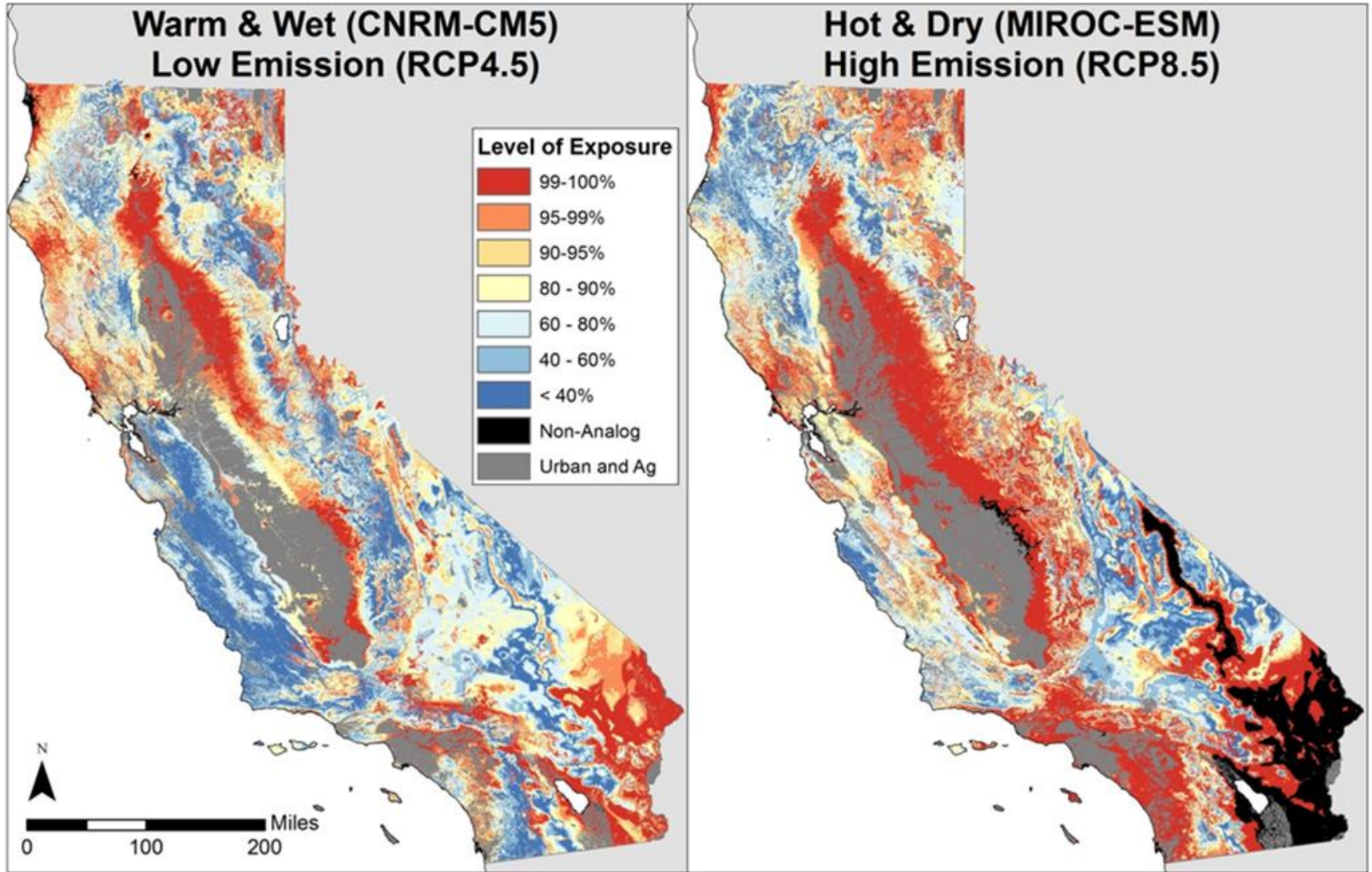
High Priority Counties were identified by the Tree Mortality Task Force as most in need of assistance in addressing tree mortality issues and include: [Amador](#), [Calaveras](#), [El Dorado](#), [Fresno](#), [Kern](#), [Madera](#), [Mariposa](#), [Placer](#), [Tulare](#), and [Tuolumne](#).

Tree Mortality (Dead Trees per Acre)



Necessidade de Restauração Ecológica

Mudanças Climáticas na Califórnia



Necessidade de Restauração Ecológica

Alteração da Distribuição de Espécies Decorrente de Mudanças Climáticas

Santa Rosa Mountains – Floresta Nacional San Bernardino

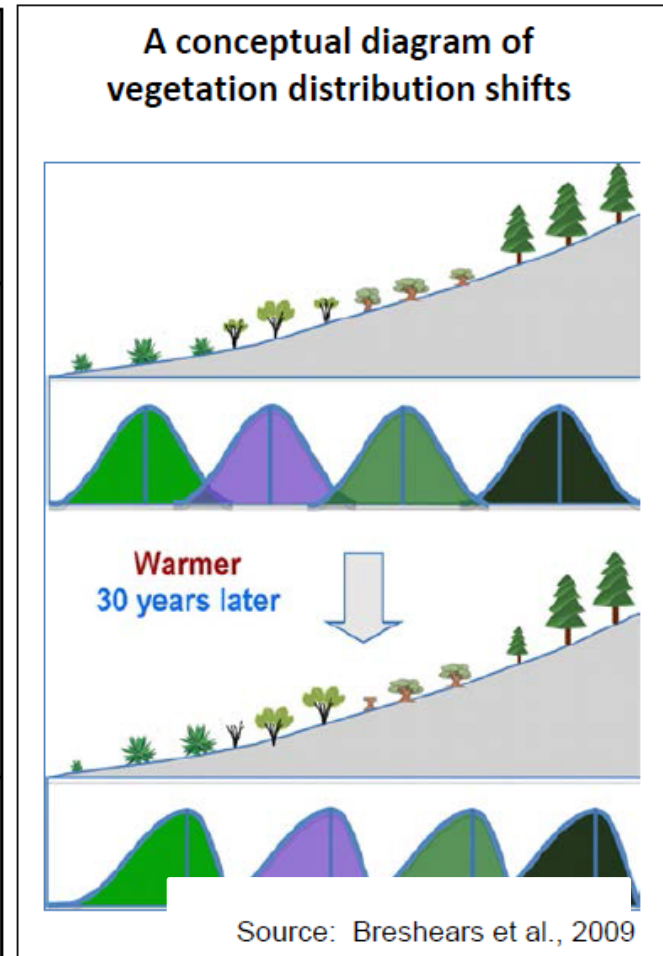


Necessidade de Restauração Ecológica

Alteração da Distribuição de Espécies Decorrente de Mudanças Climáticas

Change in mean elevation* of plant species in the Deep Canyon Transect			
Common Name	Mean elevation, m		Change
	1977	2006-2007	
White Fir	2,421	2,518	96
Jeffrey Pine	2,240	2,267	28
Canyon Live Oak	1,987	2,033	47
Sugar Bush	1,457	1,518	61
Desert Ceanothus	1,602	1,671	70
Muller's Scrub Oak	1,485	1,522	37
Creosote Bush	317	459	142
Burrobush	630	748	118
Brittlebush	574	674	100
Desert Agave	693	643	-50
Mean change in elevation	30 anos -> 65 m		
95% confidence interval			34 m
			(112 ft)

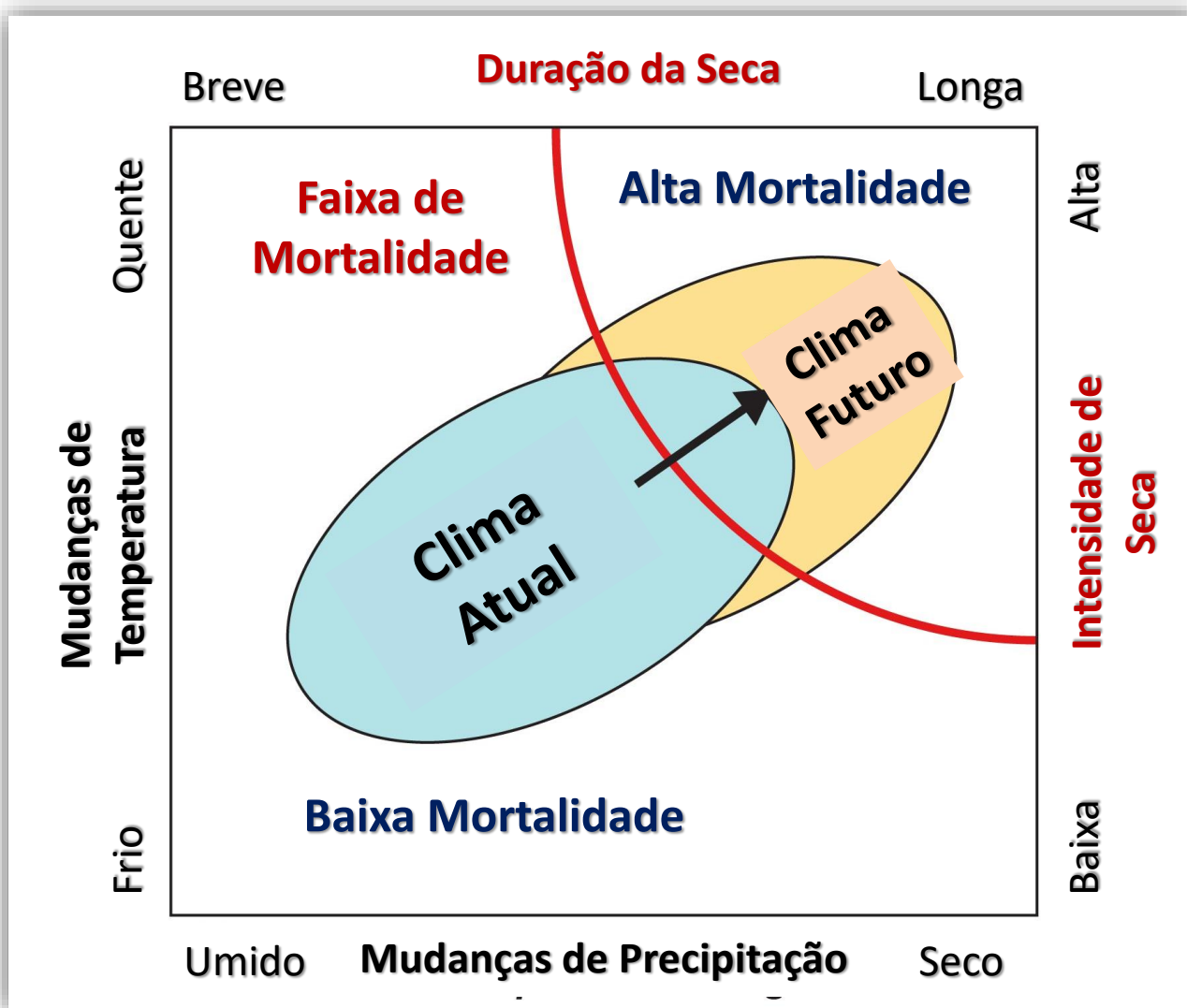
*Change in cover-weighted mean elevation of ten most widely distributed species in the Deep Canyon Transect



Source: Breshears et al. (2009)

Necessidade de Restauração Ecológica

Vulnerabilidade de Ecossistemas Florestais Decorrentes de Mudanças Climáticas

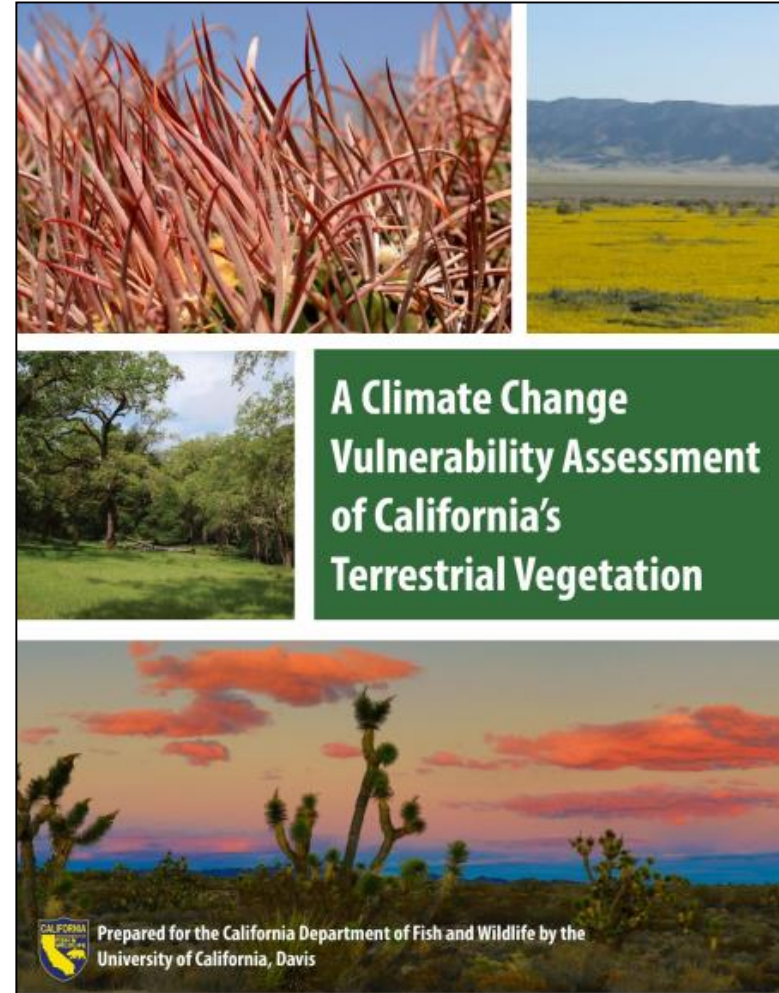


Source: Allen et al. (2010)

Necessidade de Restauração Ecológica

Vulnerabilidade de Ecossistemas Florestais Decorrentes de Mudanças Climáticas

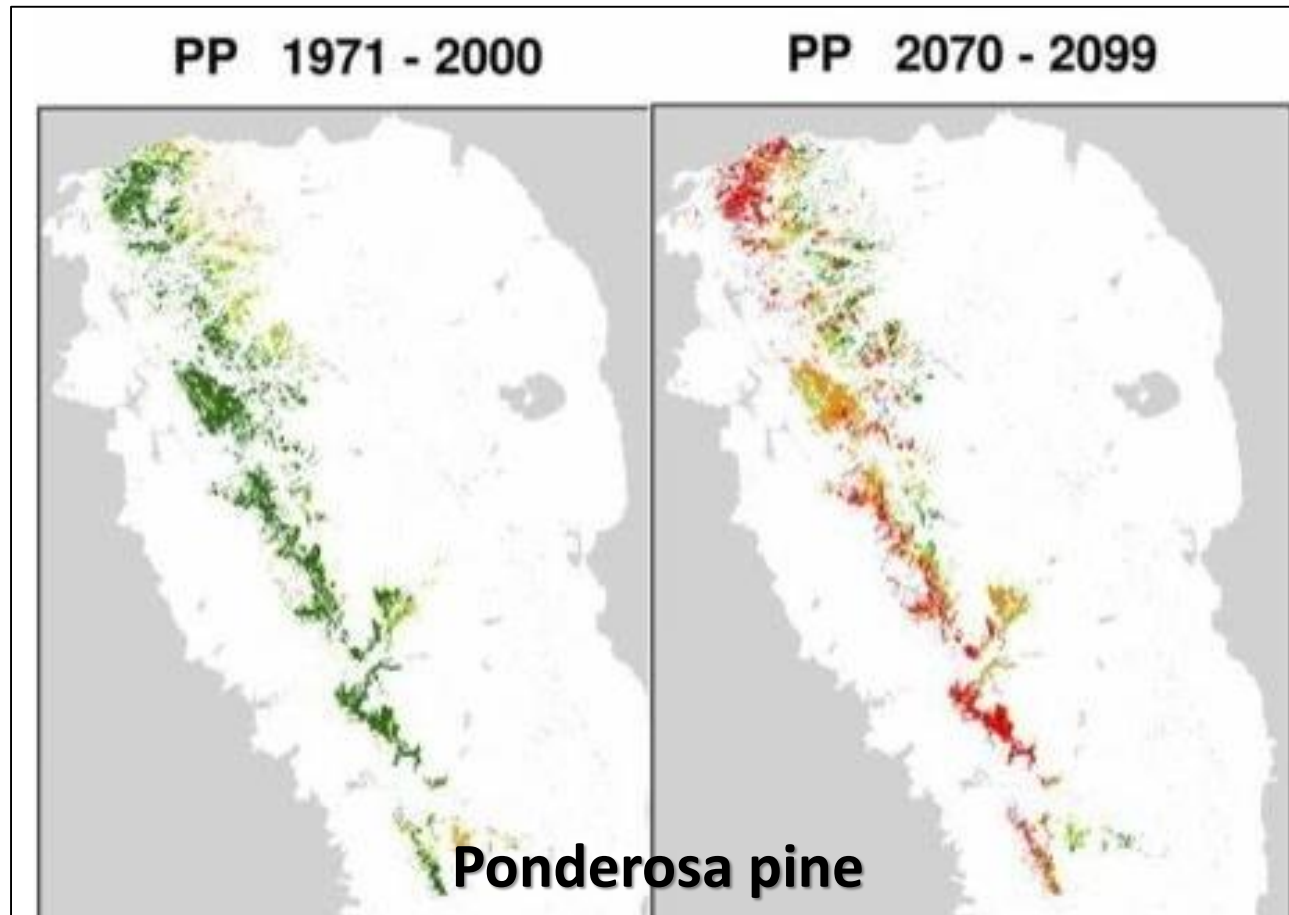
- Mudanças climáticas estão aumentando a vulnerabilidade dos povoamentos florestais:
 - Redução de **Resiliência**
 - Aumento de **Mortalidade**
 - Redução de **Fecundidade**
- A redução de populações nativas reduz a **Variabilidade Genética** necessária para adaptação a novos ambientes no future.



Necessidade de Restauração Ecológica

Vulnerabilidade de Ecossistemas Florestais Decorrentes de Mudanças Climáticas

Envelopes Climáticos antecipando onde determinadas espécies florestais serão vulneráveis a mudanças climáticas.



Necessidade de Restauração Ecológica

Migração Assistida Antecipando Mudanças Climáticas

- A **Adaptação Inadequada** (maladaptation) de populações em condições climáticas novas, tem causado perdas em produtividade estimadas entre 10-35% (Wang et al. 2006);
- Espécies pioneiras tem sido as principais candidatas na **Migração Assistida** em Restauração Ecológica na Califórnia e Canada;
- A Migração Assistida aumenta a **frequência de alelos** adaptados a condições climáticas futuras, facilitando a resiliência de gerações subsequentes;
- A Migração Assistida **aumenta a diversidade genética** das populações em áreas de transição, promovendo adaptação positiva.

Necessidade de Restauração Ecológica

Migração Assistida Antecipando Mudanças Climáticas

Species	Sensitivity						Adaptive Capacity			Species Score
	Climate Temp	Climate Precip	Fire	Germination Agents	Mode Dispersal	Reproductive Lifespan	Fire	Recruitment Mode /Fecundity	Seed Longevity	
Conifers										
<i>Pinus radiata</i>	3	3	1	4	3	3	5		5	3.4
<i>Juniperus californica</i>	3	3	1	2	2	3	5		2	2.6
<i>Pinus attenuata</i>	4	3	1	4	5	2	5		5	3.7
<i>Pinus ponderosa</i>	3	3	5	2	4	5	4		1	3.4
<i>Calocedrus decurrens</i>	3	3	5	2	3	5	1		1	3.1
<i>Abies concolor</i>	2	2	2	2	4	5	1		1	2.7
Mean	3	2.83	2.5	2.67	3.5	3.83	3.5		2.5	
					Mean	3.06			3.33	

Necessidade de Restauração Ecológica

Migração Assistida Antecipando Mudanças Climáticas

Species	Sensitivity						Adaptive Capacity			Species Score
	Climate Temp	Climate Precip	Fire	Germination Agents	Mode Dispersal	Reproductive Lifespan	Fire	Recruitment Mode /Fecundity	Seed Longevity	
Hardwoods										
<i>Quercus agrifolia</i>	3	3	5	3	2	4	5		1	3.2
<i>Quercus englemannii</i>	3	3	4	3	2	3	5		1	2.8
<i>Quercus douglasii</i>	4	4	3	3	2	4	3		1	2.8
<i>Pinus sabiniana*</i>	4	3	2	4	5	3	1		4	3.3
<i>Quercus chrysolepis</i>	3	3	4	3	2	5	5		1	3.2
<i>Quercus lobata</i>	3	3	5	3	2	5	5		1	3.1
<i>Quercus wislizeni</i>	4	3	4	3	2	3	5		1	3.2
Mean	3.43	3.14	3.9	3.14	2.43	3.86	4.1		1.43	
					Mean	3.31			2.67	



Qualidade Genética de Sementes Florestais Nativas

Qualidade Genética das Sementes Florestais

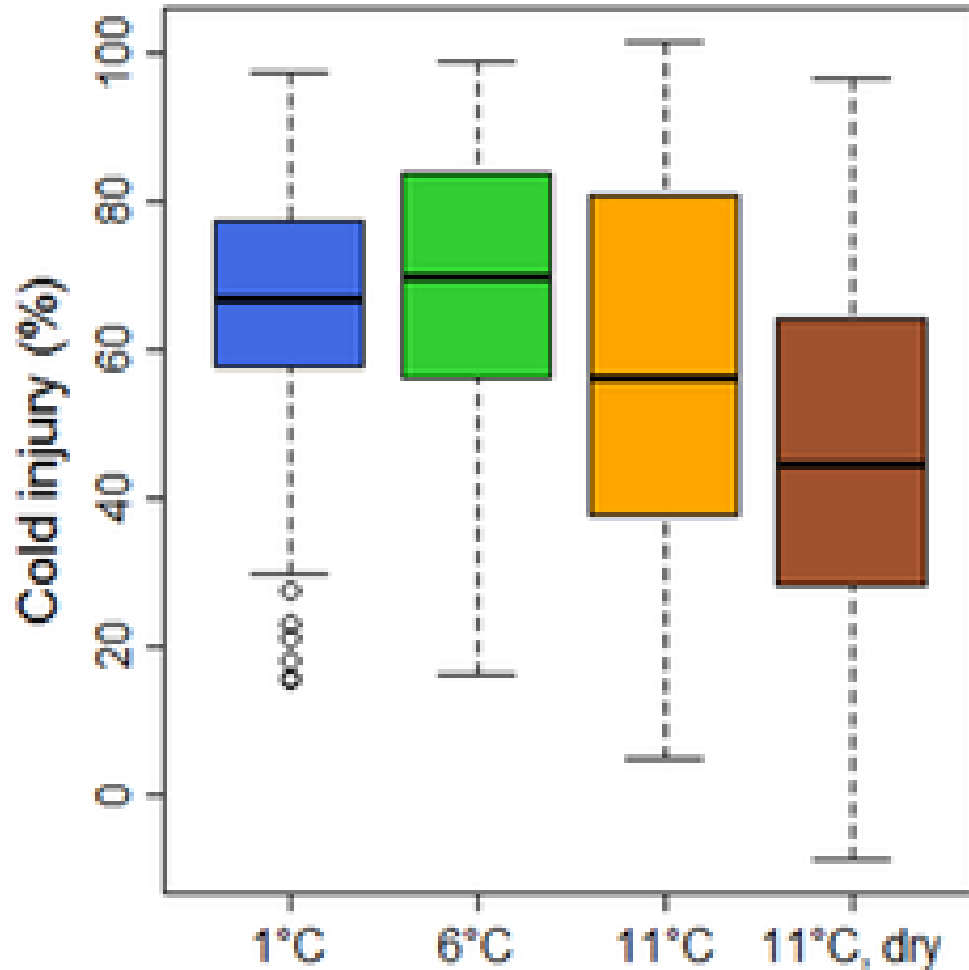
Plasticidade Fenotípica e Adaptação à Mudanças Climáticas

A Plasticidade Fenotípica é a habilidade de um genótipo produzir mais de uma interação fenotípica em diferentes ambientes. Ela atua como:

- **Tamponante** contra os efeitos negativos de mudanças climáticas.
- Contribui com o aumento da **resposta adaptativa** e resiliência de populações nativas.
- Aumenta a **tolerância** a amplitudes de fatores climáticos.
- Pode ser obtida através de seleção para **menor interação GxA** em testes de progênie.

Qualidade Genética das Sementes Florestais

Plasticidade Fenotípica e Adaptação à Mudanças Climáticas



Populações de Lodgepole pine apresenta tolerância a uma ampla variação climática (Wang et al. 2006).

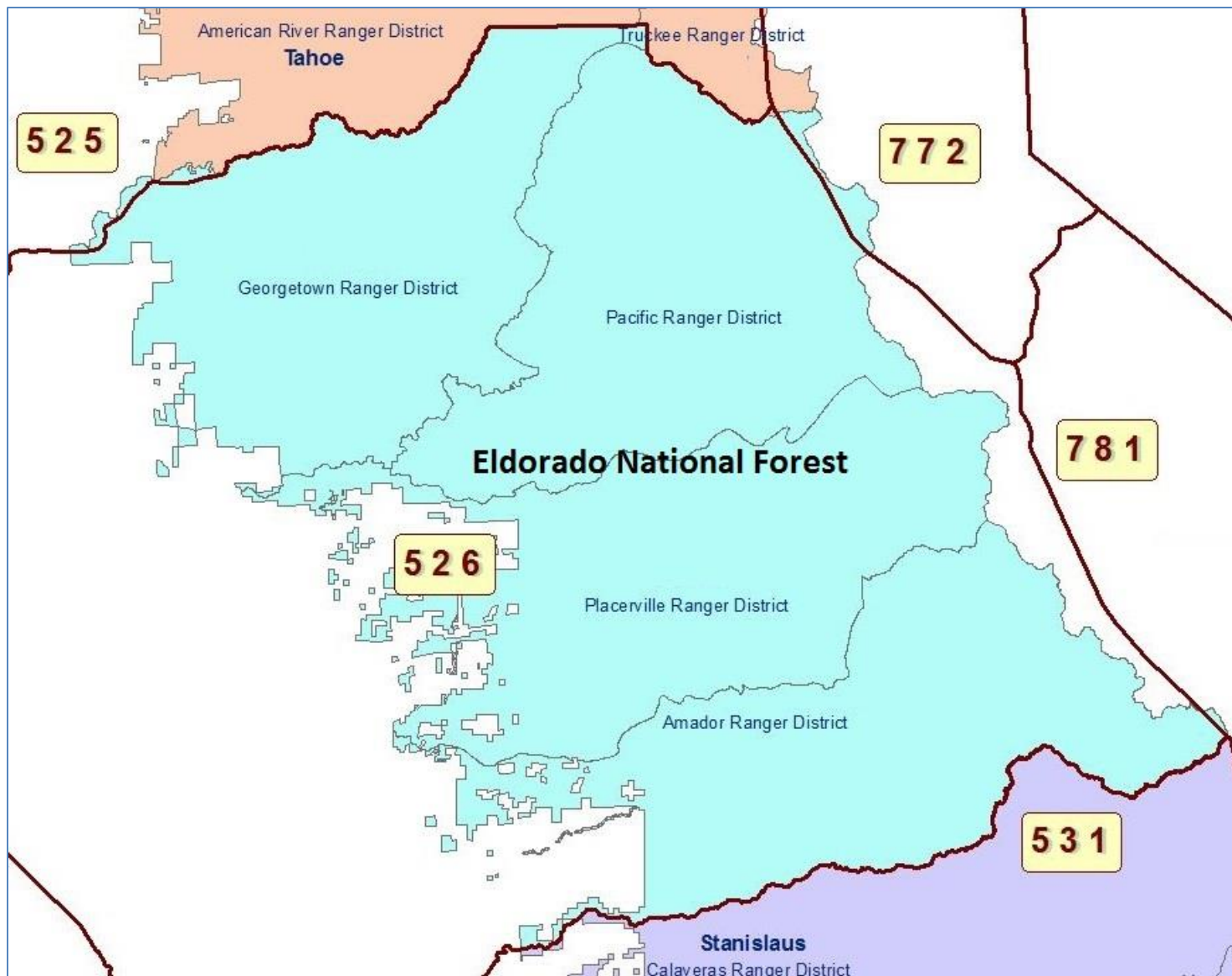
Qualidade Genética de Sementes Florestais

Zonas de Sementes na Califórnia



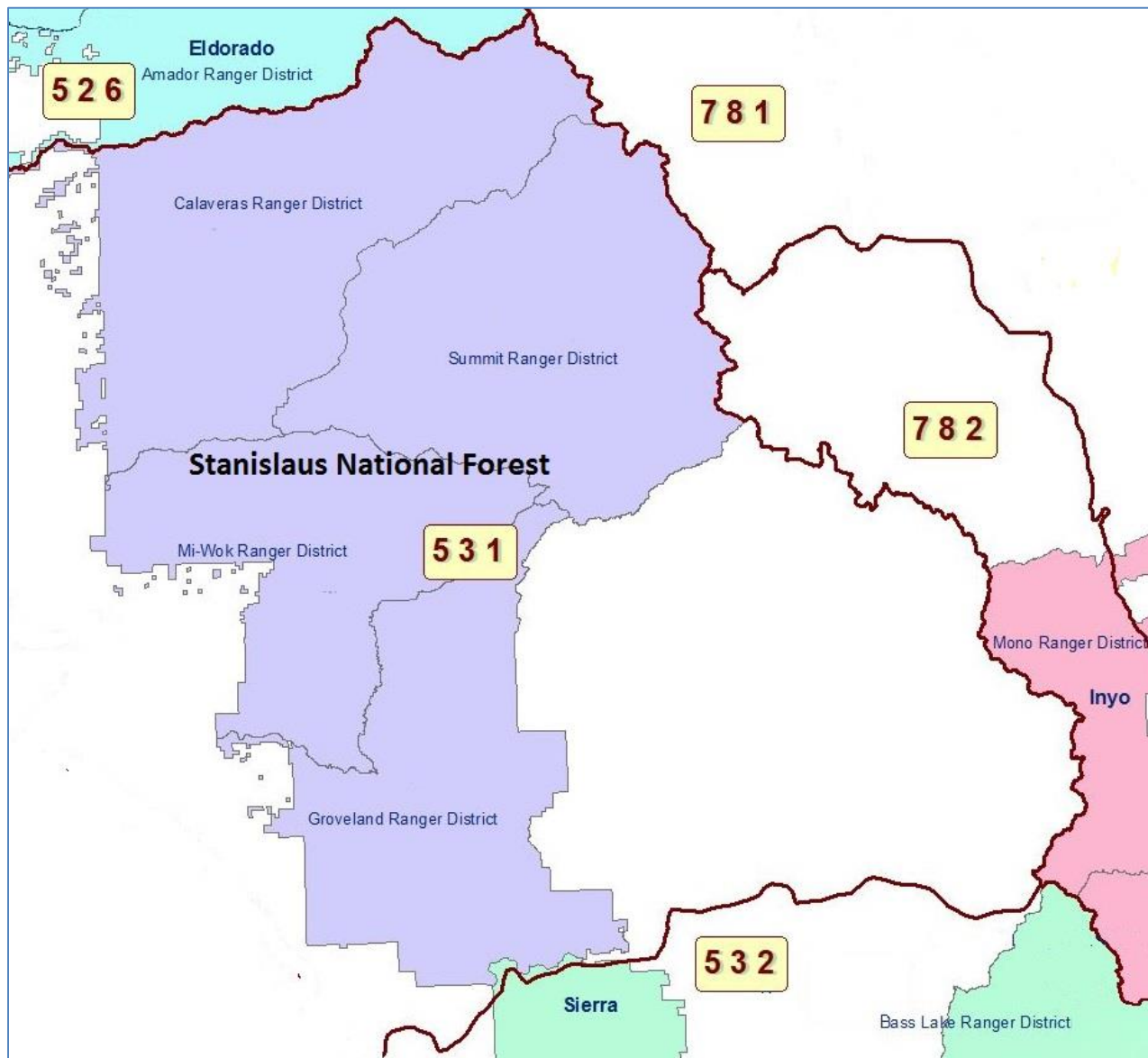
Qualidade Genética de Sementes Florestais

Zonas de Sementes na Foresta Nacional Eldorado



Qualidade Genética de Sementes Florestais

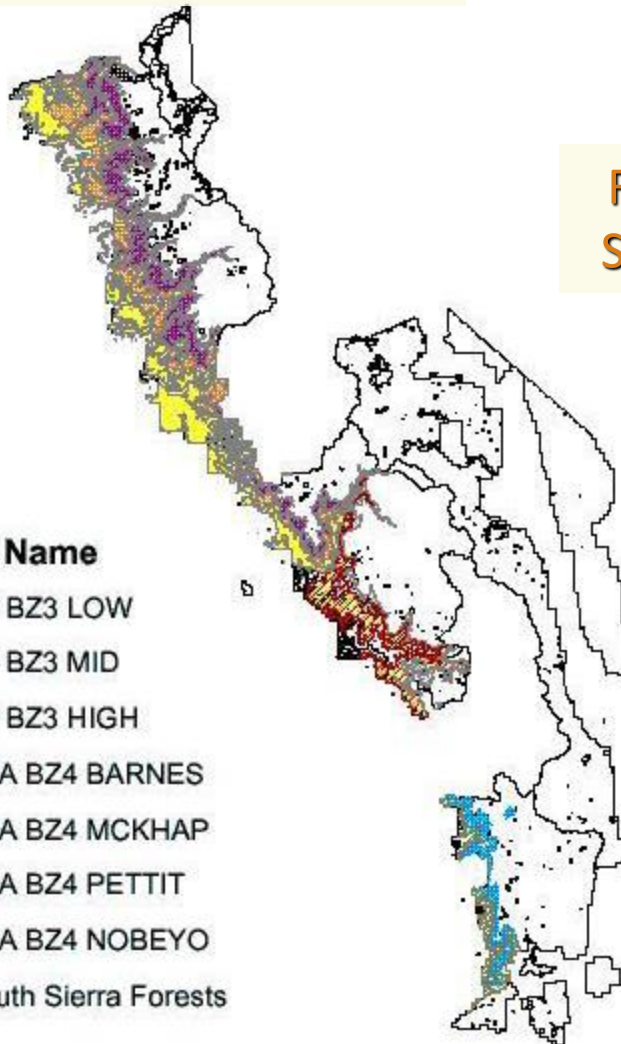
Zonas de Sementes na Floresta Nacional Stanislaus



Qualidade Genética de Sementes Florestais

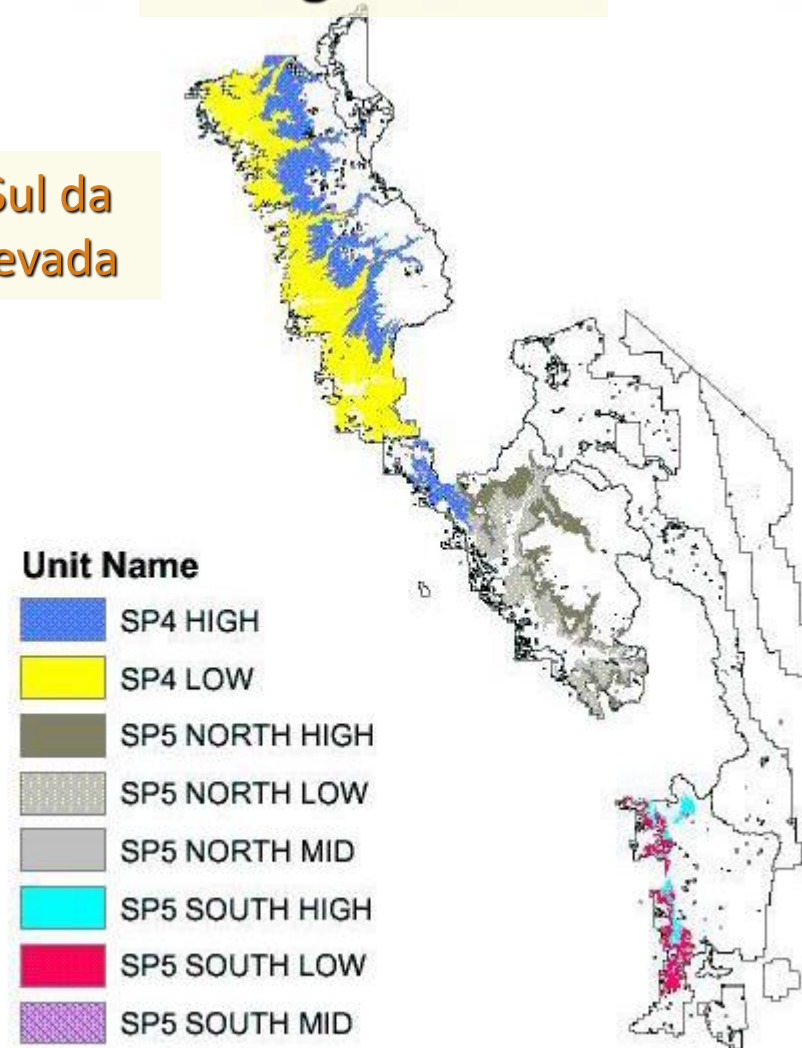
Zonas de Melhoramento Genético

Ponderosa Pine



Região Sul da
Sierra Nevada

Sugar Pine



Qualidade Genética de Sementes Florestais

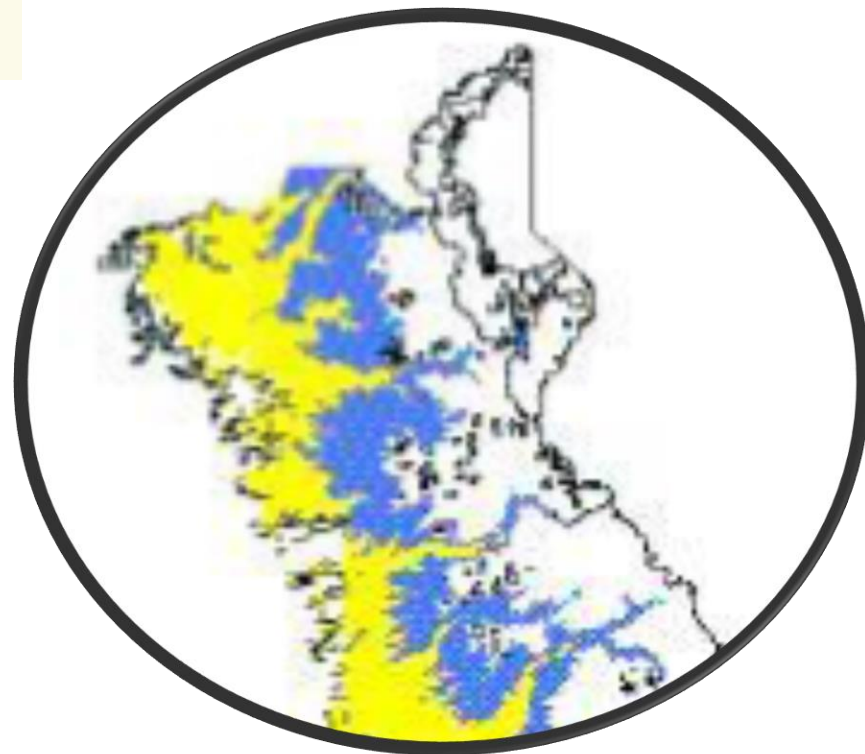
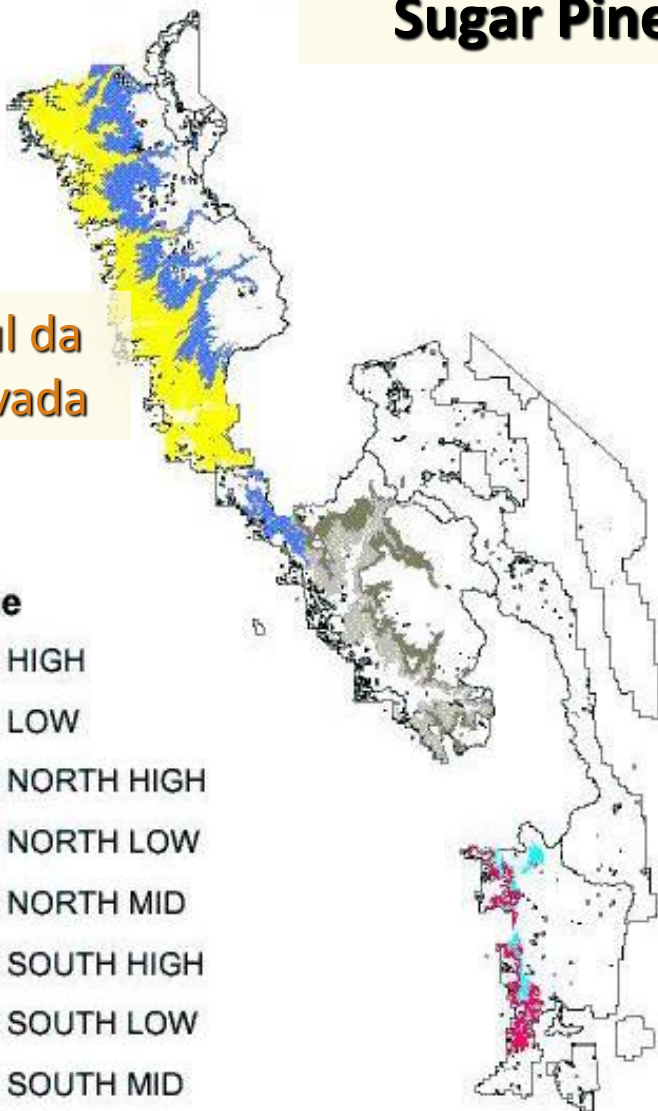
Zonas de Melhoramento Genético

Sugar Pine

Região Sul da
Sierra Nevada

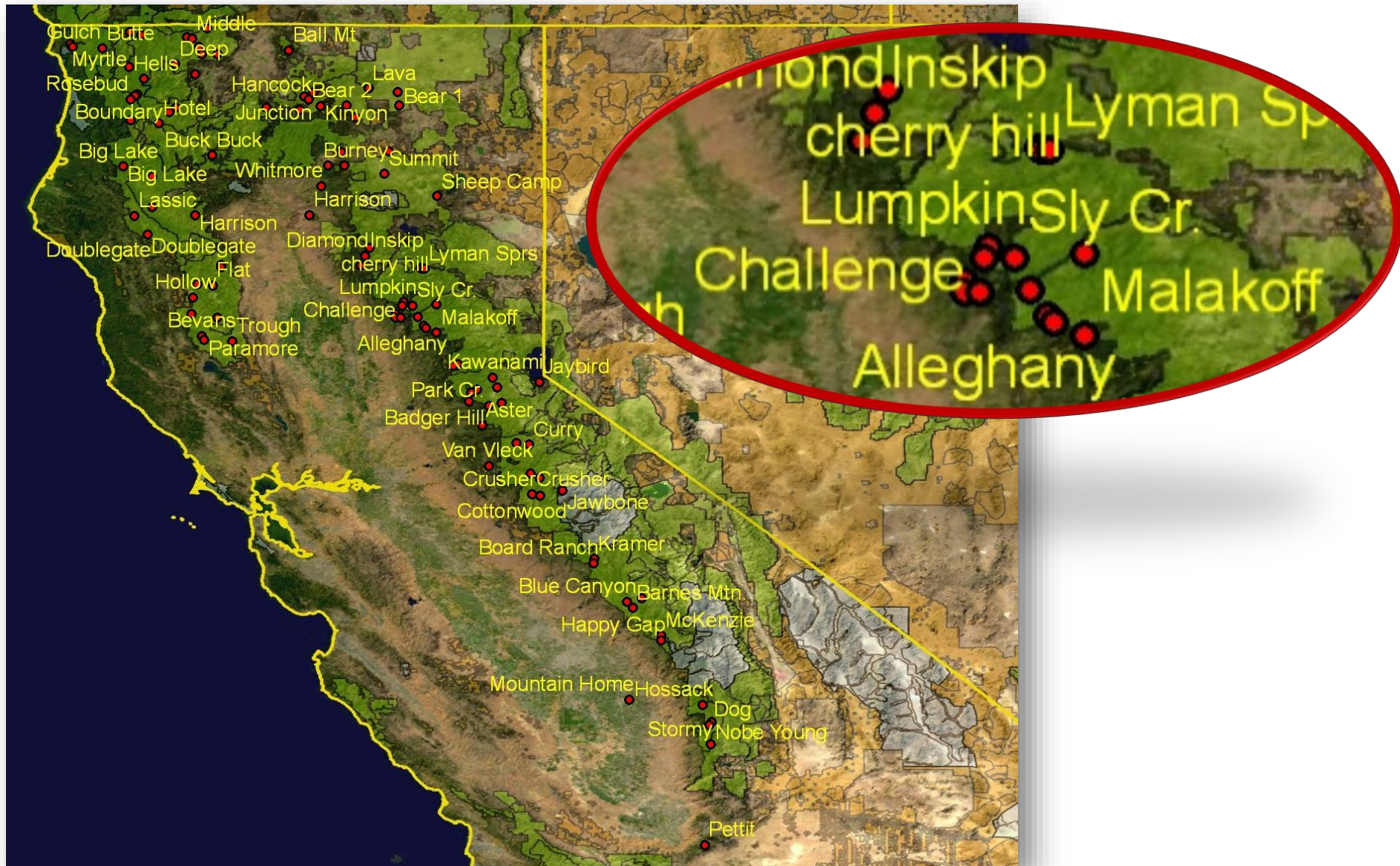
Unit Name

- SP4 HIGH
- SP4 LOW
- SP5 NORTH HIGH
- SP5 NORTH LOW
- SP5 NORTH MID
- SP5 SOUTH HIGH
- SP5 SOUTH LOW
- SP5 SOUTH MID



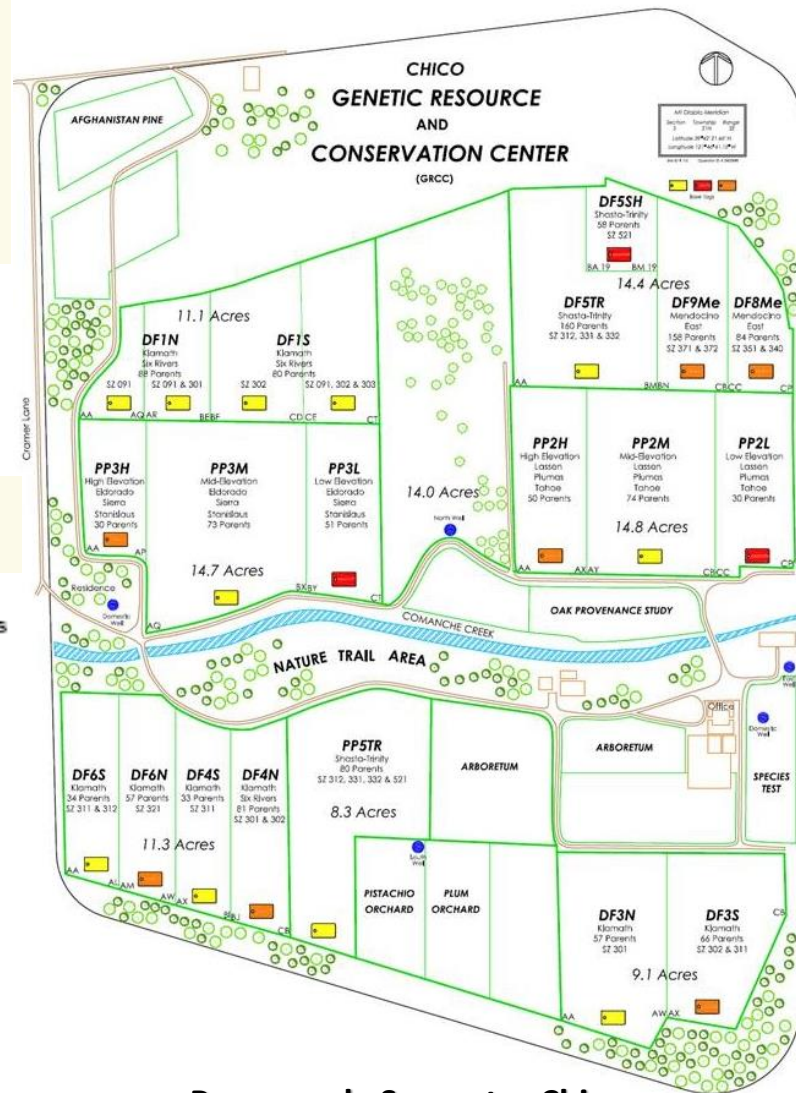
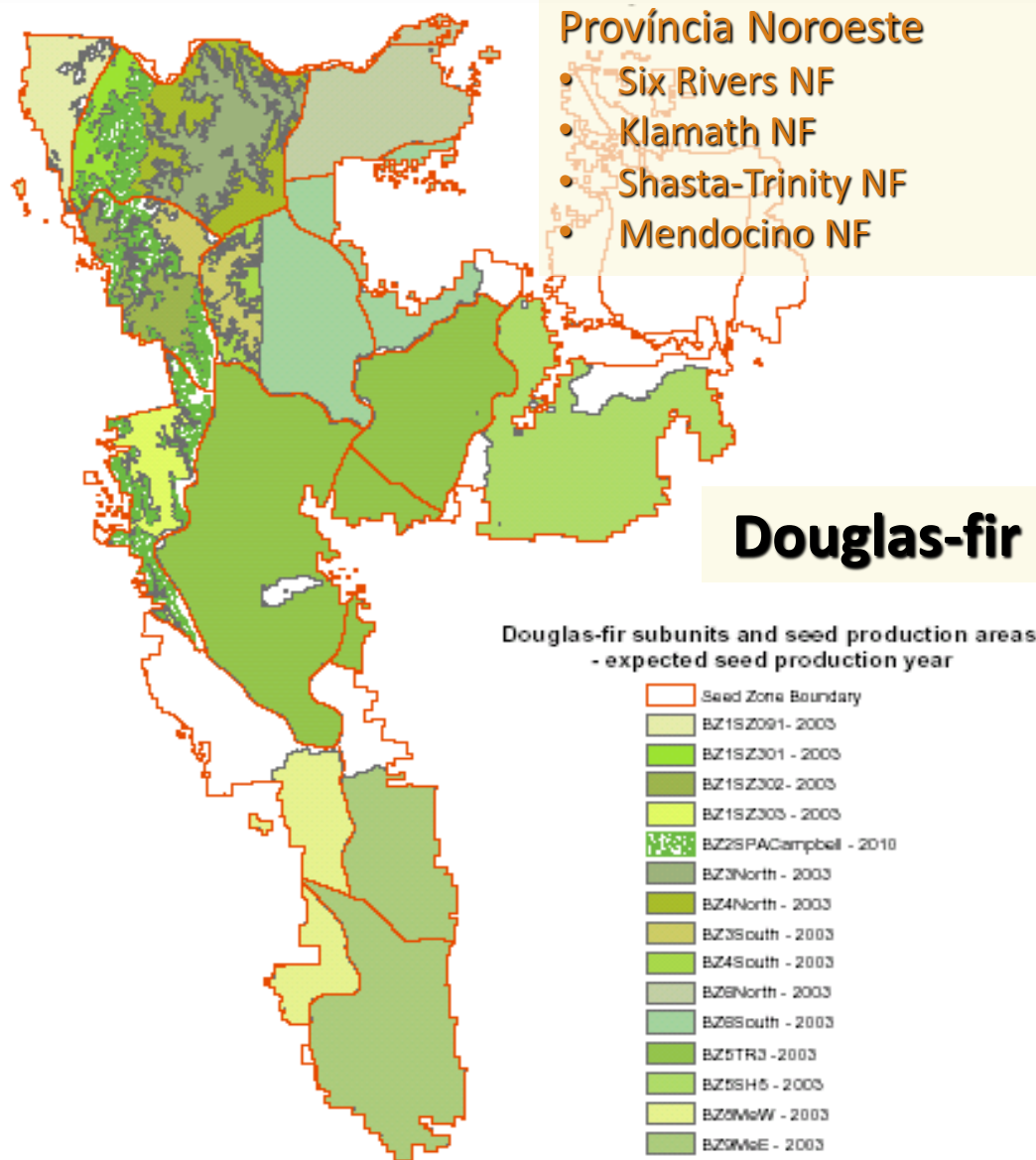
Qualidade Genética de Sementes Florestais

Zonas de Melhoramento Genético e Testes de Progênie



Qualidade Genética de Sementes Florestais

Zonas de Melhoramento Genético e Pomares de Sementes



Pomares de Sementes Chico
Unidades com base em Zonas de Melhoramento

Qualidade Genética de Sementes Florestais

Melhoramento Genético Resistência a Doenças

Seleção de Resistência a Ferrugem Fusiforme em Sugar Pine



Qualidade Genética de Sementes Florestais

Melhoramento Genético Resistência a Doenças

Seleção de Resistência a Ferrugem Fusiforme em Sugar Pine



Qualidade Genética de Sementes Florestais

Ferramentas no Auxílio a Seleção para Mudanças Climáticas

Seedlot Selection Tool (SST) é uma ferramenta GIS de mapeamento usada na seleção de sementes florestais nativas para Restauração Ecológica, antecipando várias condições de mudanças climáticas futuras.

Componentes:

1. Objetivo
2. Localização
3. Projeções Climáticas
4. Limites para Migração Assistida
5. Variáveis Climáticas
6. Mapeamento e Resultados

Qualidade Genética de Sementes Florestais

Ferramentas no Auxílio a Seleção para Mudanças Climáticas

Objetivo: Lotes de Sementes

Localização da Restauração Ecológica: Lat: 38.3843°, Lon: -120.2805°

Elevação: 5,100 ft

Projeções Climáticas:

Clima do lote de sementes: 1981-2010

Climate do local de plantio: 2011-2040

Limite de Transferência para Migração Assistida:

Zone de Sementes 531 na Elevação 5,000-5,500 ft.

Variáveis Climáticas:

Variáveis	Centroide	Limite de Transferência (+/-)
MAT: Temperatura Média Anual	11.9 °C	1.75 °C

Qualidade Genética de Sementes Florestais

Ferramentas no Auxílio a Seleção para Mudanças Climáticas

